半小时漫画科学史

（套装全3册）

熊猫君激发个人成长

目录

半小时漫画科学史

半小时漫画科学史2

半小时漫画科学史3

半小时
漫画科学史

陈磊 · 半小时漫画团队 著

文匯出版社

图书在版编目（CIP）数据

半小时漫画科学史 / 陈磊·半小时漫画团队著. -- 上海 : 文汇出版社, 2020.6

ISBN 978-7-5496-3169-8

Ⅰ. ①半… Ⅱ. ①陈… Ⅲ. ①自然科学史—世界—普及读物 Ⅳ. ①N091-49

中国版本图书馆CIP数据核字（2020）第061925号

半小时漫画科学史

作　　者 / 陈磊·半小时漫画团队

责任编辑 / 若　晨
特邀编辑 / 肖　飒　　李晓兴
封面装帧 / 汪芝灵

出版发行 / 文匯出版社
上海市威海路 755 号
（邮政编码 200041）
经　　销 / 全国新华书店
印刷装订 / 北京中科印刷有限公司
版　　次 / 2020 年 6 月第 1 版
印　　次 / 2020 年 6 月第 1 次印刷
开　　本 / 880mm × 1230mm　1/32
字　　数 / 40 千字
印　　张 / 8.5

ISBN 978-7-5496-3169-8
定　　价 / 42.00元

侵权必究
装订质量问题，请致电010-87681002（免费更换，邮寄到付）

陈磊·半小时漫画团队介绍

总策划：陈磊

李翔

蒙古王

吴钟铭

理性乐观派

颜紫霞

荆楚理科女

张华

绍兴爱因斯坦

左康泽

文案绘画两栖人才

赵瑞丽

手冲速溶大师

王天宠

死宅文科生

唐宇翔

爱好历史的游戏迷

于岩

能写能画能打全能选手

宋昊达

混子曰武力值巅峰

潘阔

铁岭潘安

闫宏凯

碳酸战士

季志明

向往自然科学的画师

肖潇

熊是胖达的熊

宋淑宁

直击灵魂的画手

目录

陈磊·半小时漫画团队介绍

一、科学就是希腊的一款互联网产品

二、古希腊奇葩说(上)

三、古希腊奇葩说(下)

四、古希腊另类杠头集锦

五、希腊真题的奇幻漂流

六、科学的曙光——大学的出现与文艺复兴

七、宇宙天团的中心位之争——哥白尼革命

八、现代科学的建立——伽利略

九、现代天文学的建立——第谷与开普勒

十、上帝下班了——牛顿

参考书目

一、科学就是希腊的一款互联网产品

人类文明是多元的，各大洲都曾各领一时风骚。所以一提到文学艺术，大伙儿脑海中浮现的，通常都是花里胡哨的各路大咖。

可一提到早期科学，画风说变就变。随便一拍脑门，满眼都是胡子拉碴、半裸的古希腊大叔。

那么问题来了，辉煌的文明这么多，为啥科学偏偏就诞生在古希腊呢？

用一句古话来解释就是：

一方水土养一方人精**!**

好了，我们先来看看，其他文明是怎样诞生的。

Part 1：大河文明

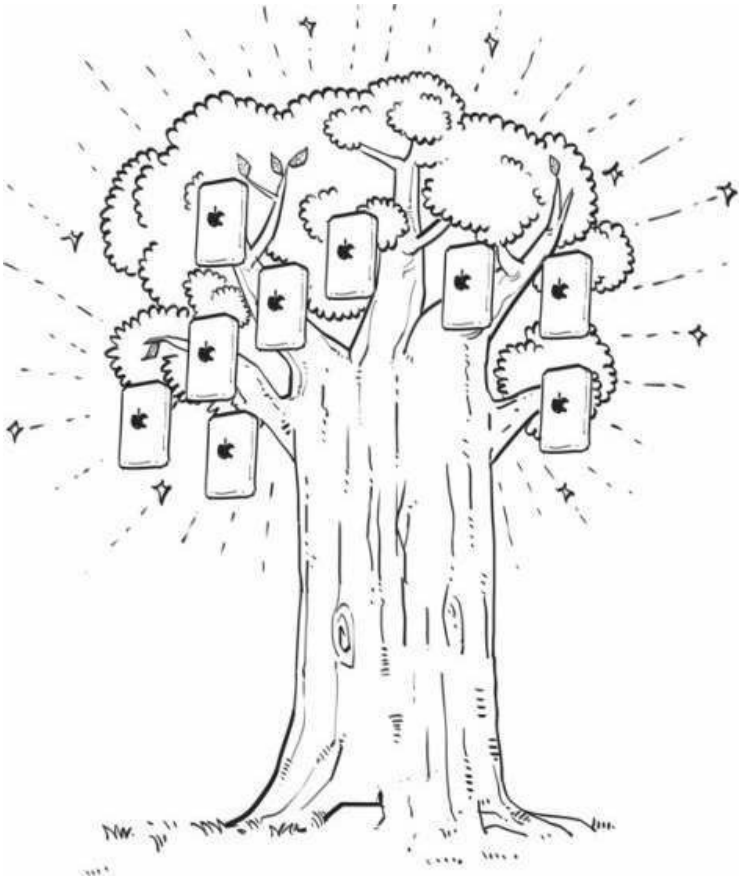
话说早期的人类，日子过得很单调，每天就是采采果子、打打猎。

运气好，饕餮盛宴；

运气不好，食不果腹。

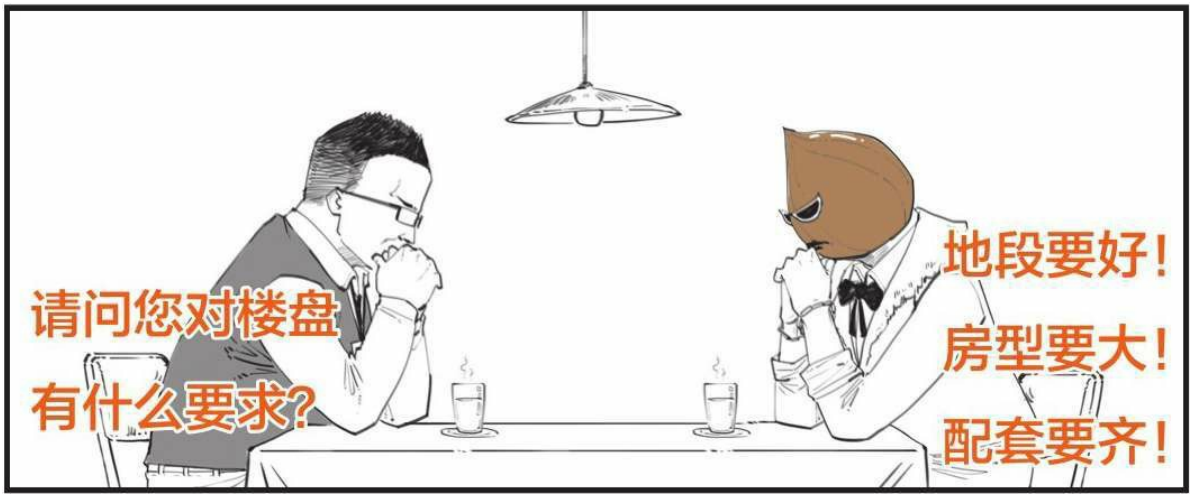
就这样没着没落好多年后，部落里冒出个没素质的聪明人。

他把吃剩的果子，随手往地上一扔——你猜怎么着，没多久，那儿居然长出了一棵苹果树。

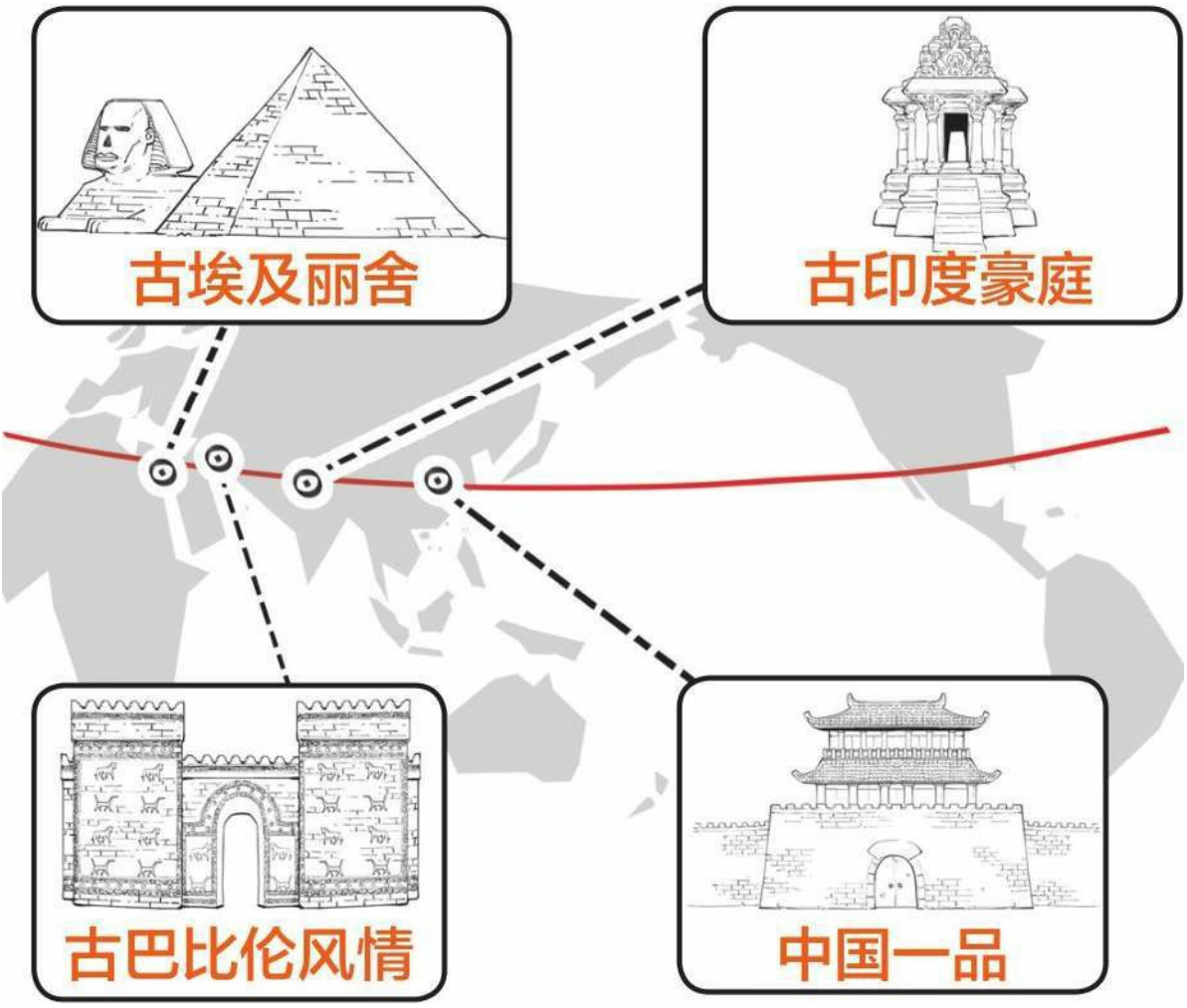


原来只要把种子种在地里，就可能长出吃的来，于是古人慢慢发展出了最早的农业。当然，这只是打个比方，反正人类终于会种地了。

可种子身娇体弱，很难伺候。尤其对于住的地方，那是格外挑剔。



如果地球是个村子，有那么几个楼盘，就脱颖而出了!



论地段，这几个地儿都在北纬30°附近；论气候，都适合产粮；论房型，都有超大平原，适合规模化生产；论配套，都是天然水景房，附近

都有超大河流。

解决了温饱问题，大伙儿才能腾出手来干些其他的事儿，于是渐渐地，在这几条大河流域，先后形成了不同的文明：

正是凭着天时地利，四大文明才有了辉煌的资本，为人类社会创造出了无数财富。

可凡事都有例外，如果说这四个都是天选之子，那在地中海的某个角落，就流落着一个上帝的私生子：

希腊

当时的希腊，可比它周围的文明要穷得多。

Part 2：希腊文明

作为一个私生子，不管是物质上还是精神上，希腊都透露出一种野生的气质。

比如，别的文明都在大平原上，方便大伙儿串门，人多力量大，一不留神就富了起来。

可希腊呢？山多地碎，人拢不齐，于是只能形成一个一个的小城邦。

古希腊步行街还原图

再比如，别的文明都是依河而建，所以农业比较发达。

可希腊，出门就是大海，大片的盐碱地，只能种点橄榄、葡萄之类的小零食，靠手工业养活，平时做点小玩意儿，换别人的粮食。

也因此，别的文明都能自给自足，老百姓普遍比较peace & love。

而希腊人，因为填不饱肚子，只能出海看看，所以思想通常比较开放、凶残。

用四个字概括一下古希腊的特点就是：

穷凶及饿!

想象一下，这么一个占尽了天不时、地不利、人不和的小鬼，要想出人头地，该怎么做呢？

这就好比开发一个产品，如果沿着别人的老路走，底子还贼差，顶多只能炒炒冷饭，没啥出息。

所以，希腊人痛定思痛：传统模式不靠谱!

没错，科学就好比古希腊开发的一种全新产品，不过，早期的科学不叫科学，现在人们普遍认为自然哲学是科学的前身。如果你细想一下早期科学的诞生过程，会有惊人的发现：

接下来咱们就来看看，希腊是凭着哪些手段，搞出科学这个玩意儿的。

一、要了解市场，分析竞品

俗话说，知己知彼，百战不殆，得先研究研究别人都是咋做的，取长补短，才能成大事。

而古希腊的附近，就有两个完美的调研对象：

古埃及 **&** 古巴比伦

所以说，凡事不能只看表面。

看到邻居们都混得不错，刚刚学会航海的希腊，总想着出海捞一把，慢慢地也学会了一些致富之道，

同时也学了点吹牛的本事。

希腊人继承了古埃及和古巴比伦的科学遗产，比如天文、历法和数学。

二、要大胆创新，不要限制

出海买卖做多了，看尽花花世界，人的思想就像野马脱了缰，一发而不可收。

而且做买卖讲究公平公正，于是在希腊人的心里，就形成了平等的种子。

加上希腊本来就是由一群松散的小国家组成，国家一小，就不需要特别强硬的管理手段，所以大伙儿就相对比较自由。

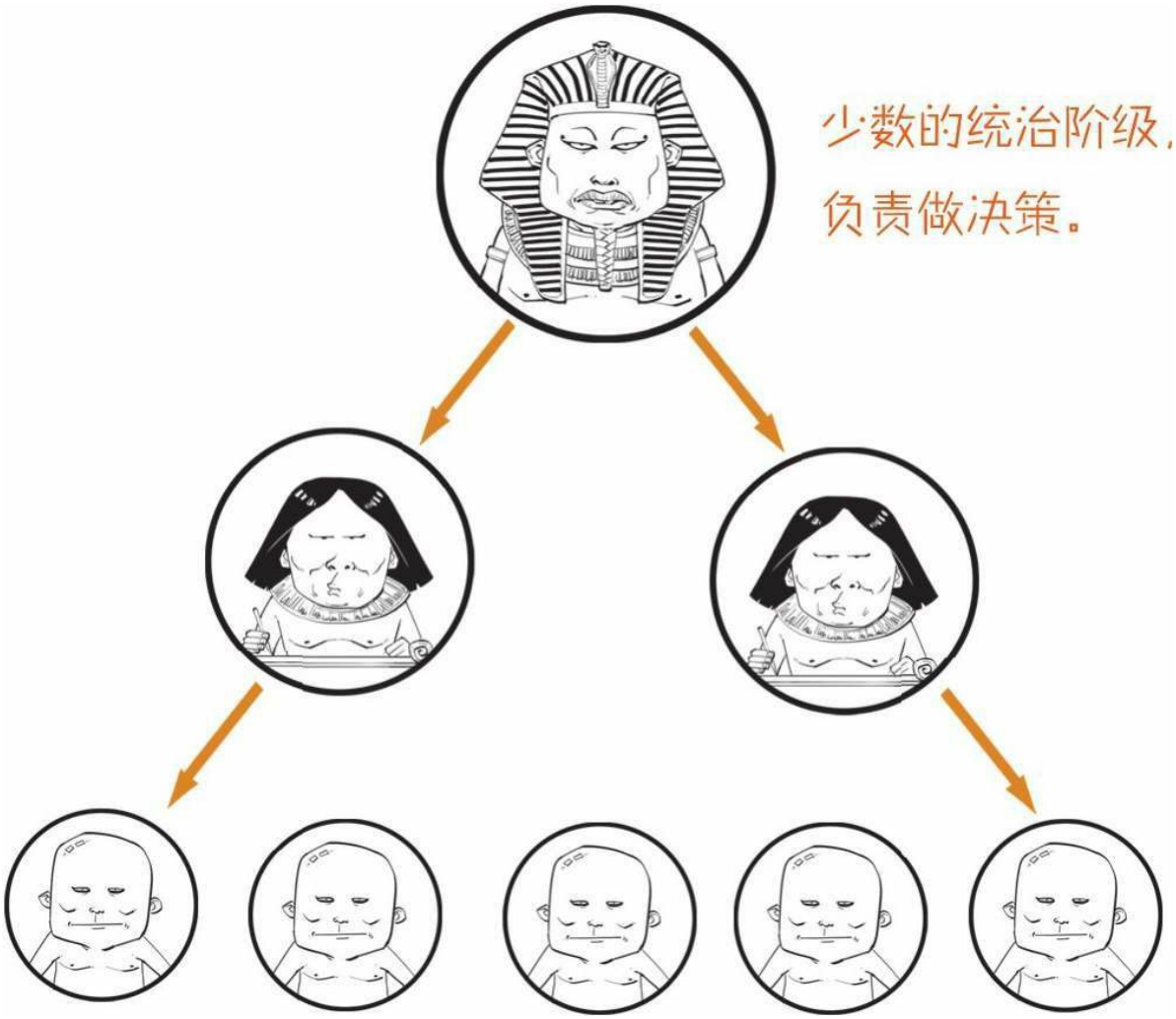
其他文明

希腊文明

正是在这样一些因素的影响下，希腊发展出了极具特色的制度：

民主制度

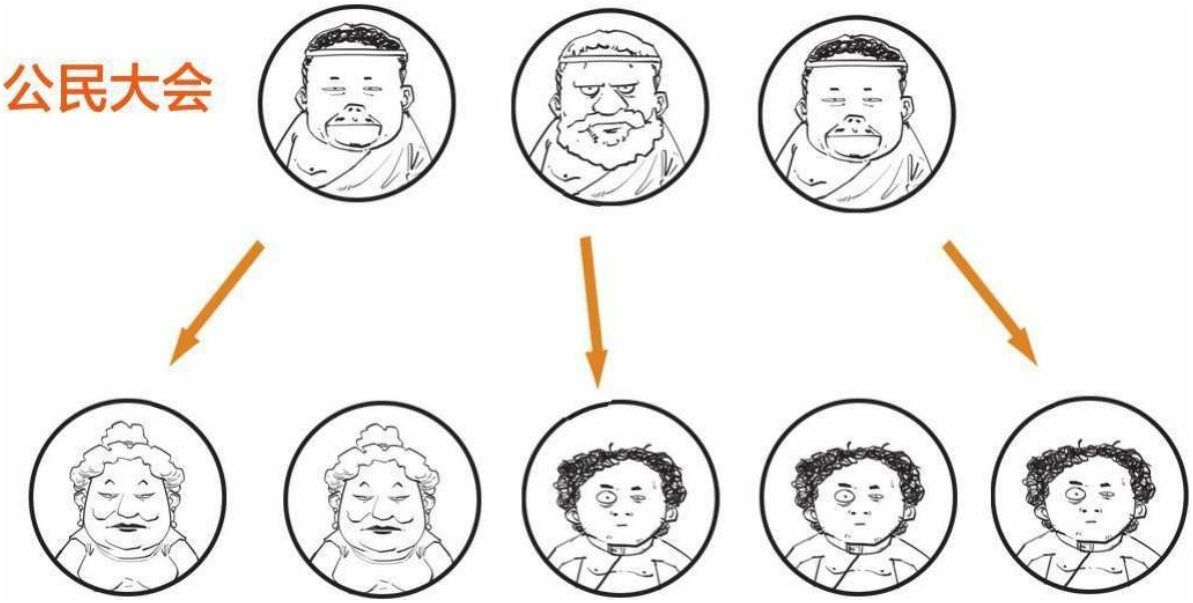
简单介绍一下古希腊的民主制度。别的文明通常这么管理老百姓：



所以老百姓的思想比较封闭；

而希腊人是这样管理的：

公民才是统治者，他们通过公民大会来讨论并解决国家大事。



在这种环境下，希腊人的胆儿就肥了，啥都敢想，啥都敢说，脑瓜子也变得特机灵，主意一个接一个。

当然，希腊的民主其实也不能算真正意义上的民主，它和现代意义上的民主有很大的区别。

还要注意，我们这里说的古希腊民主制度，专指雅典的制度，古希腊还有一个著名的城邦叫斯巴达，它实行的就是寡头政治，与雅典不同。

三、想法得落地，快速裂变

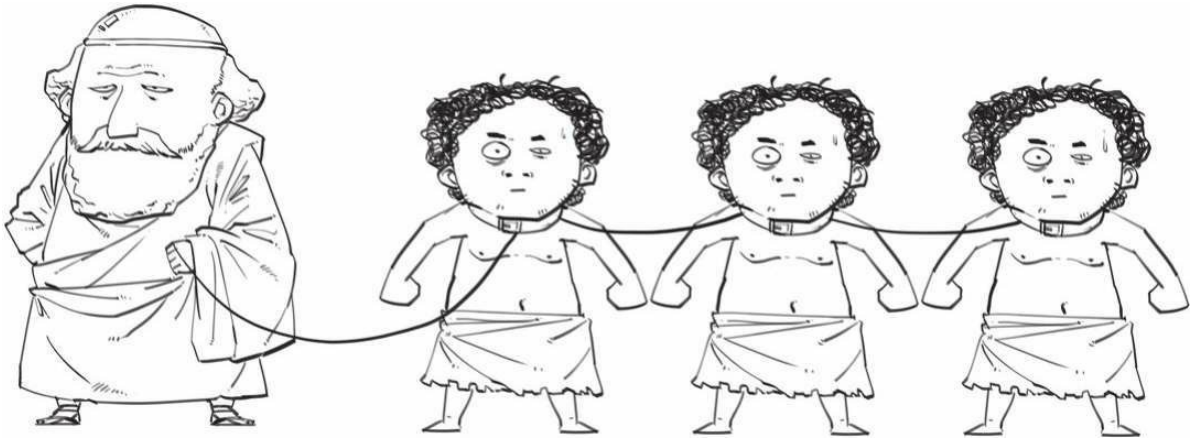
脑筋动多了，大伙儿就经常聚在一起，看雪看星星看月亮，从诗词歌赋谈到人生哲学。

不过，人生哲学这事儿得品，得细品，难度系数8.3，要想琢磨透，通常都得抱膝三周半，闭关八个月。

可大伙儿又得忙活生计，抽不出时间思考，于是好好的想法，就被柴米油盐给掐灭了，根本落不了地。

就在这时，随着战争、拐卖、掠夺等事的频发，希腊人中出现了一个新的群体：

奴隶



现在，有了奴隶主和奴隶，情况就变成了下面这样：

发现没？原本每天还得打卡上班的那群人，突然就腾出手来了！

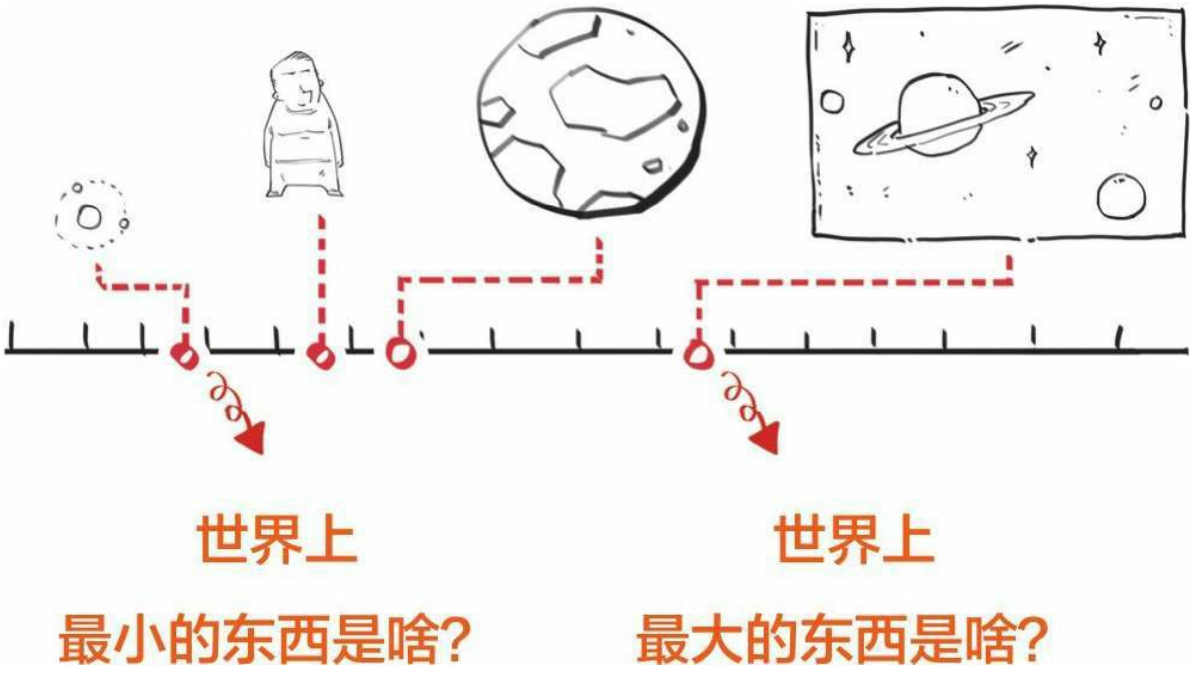
于是，一群吃饱了没事儿干的人，就全职投入思考人生的队伍中。

随着闲人越来越多，这些思想开始落地生根，并渐渐形成追求真理的氛围，终于为人类打开了一扇崭新的大门!

自然哲学

自然哲学就是科学的前身，它的大幕一拉开，各种杠头就开始上线互相开杠了。

也掀起了两千多年来对于两个辩题的终极思考：



这场大戏是如何开场的呢？

请看下篇：

古希腊奇葩说(上)

二、古希腊奇葩说(上)

如果你要问，在古希腊做个文化人，必须具备什么样的素质？

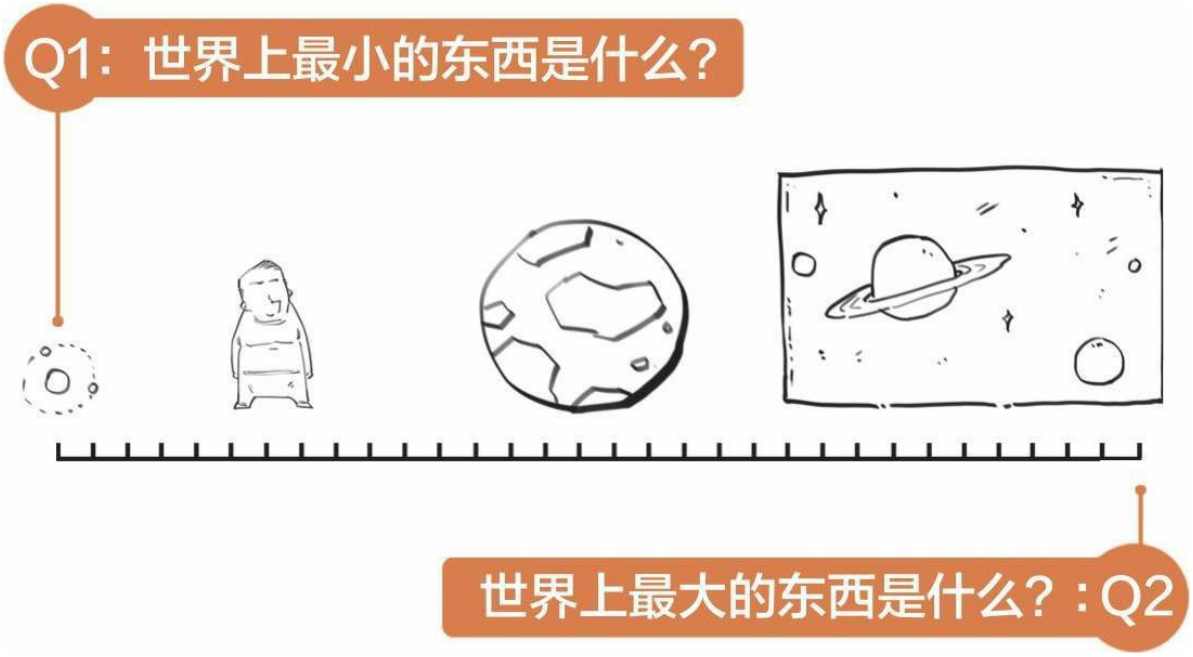
那一定就是——

会耍嘴皮子!

可吵架也得有水平，如果你只会讲段子玩煽情，即使穿越到古希腊，也只能两眼一抹黑。

因为，那些杠头的辩题，通常都是直击灵魂的终极考问!

呃，不好意思，放错图了，其实是这两个问题：



这一篇，咱们就来看看第一个问题：什么是世界上最小的东西？

但凡有人的地方，就有江湖，有江湖的地方，就有大佬，针对这个问题，各种杠头也上线了。

杠头**1**号：泰勒斯

首先向我们走来的这位大佬，人称杠头鼻祖，哲学与科学之父：

泰勒斯

他在这个问题上开了个头，

提出万物源于水。

作为一个希腊贵族，小泰从小家境优越，长大之后还经常出国留学。

他在埃及的时候，就迷上了壮观的尼罗河，他发现尼罗河洪水退去后，淤泥里会有嫩芽和幼虫。于是，小泰就发挥想象力，提出是水孕育了生命。

他的原话是：万物的本原是水。翻译成大白话，就是所有东西都是由水产生的。

随后，小泰把这句话发到朋友圈，立马就刷了屏，大伙儿纷纷转载。

也正是这句名言开启了西方哲学之路，

西方哲学

泰勒斯

亚里士多德

而后来，西方哲学
又演化出两条分支。

自然哲学

牛顿

科学

法拉第

形而上学

黑格尔

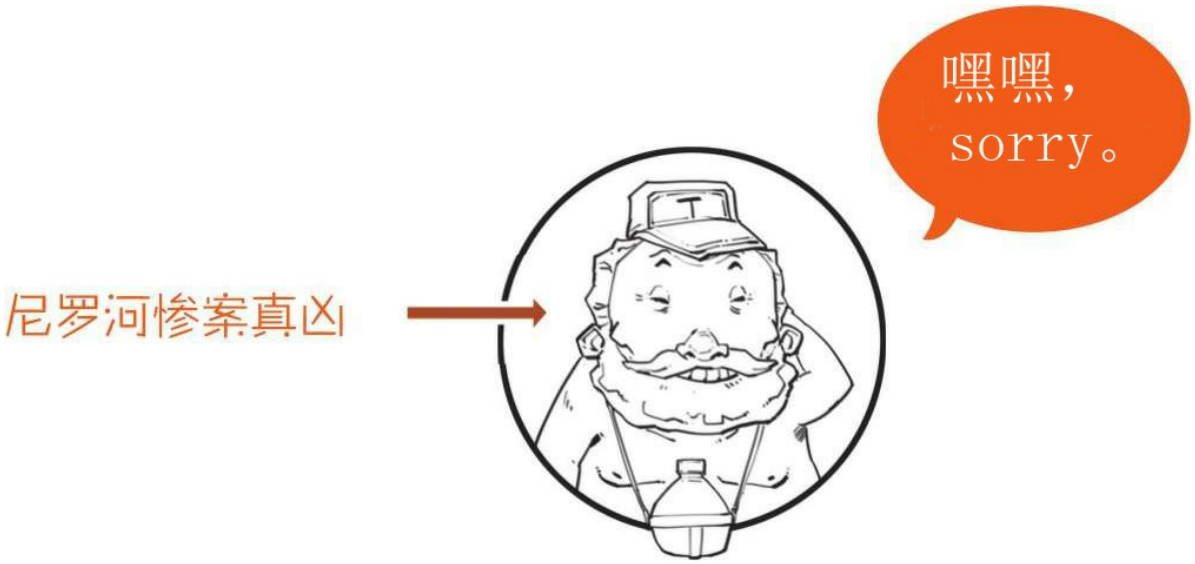
自然哲学这个叫法，持续了两千多年，后来，人们为了形容像**法拉第**那样做出杰出贡献的人，才提出了**科学**和**科学家**的概念。

自然哲学这个叫法，持续了两千多年，后来，人们为了形容像法拉第那样做出杰出贡献的人，才提出了科学和科学家的概念。

插一嘴，牛顿的著作《自然哲学的数学原理》，之所以不叫《科学的数学原理》，就是因为牛顿时代还没出现科学的概念。

你们发现没？

只因为泰勒斯在尼罗河旁多看了那一眼，才引发了人类史上这么多惨绝人寰的挂科案!



不过也正是因为他的这句话，开启了关于“世界上最小的东西是啥”的讨论。

于是，一大拨杠头出现了。其中不乏武林高手，个个功力一流。他们意见不一，其中的佼佼者，当数古希腊哲学的四大门派。

以泰勒斯为首，认为万物的本原是**水**的学派叫**米利都学派**。

埃利亚学派，巴门尼德，认为万物的本原是**存在**。

爱非斯学派，赫拉克利特，认为万物的本原是**逻各斯**。

毕达哥拉斯学派，毕达哥拉斯，认为万物的本原是**数**。

甭管看不看得懂，这段学术吵架交流史，也被认为是西方哲学史的开端。

不过，把辩题拔高到3万英尺的人并不是他们，而是这尊大神——

杠头**2**号：德谟克里特

事情的起因：古希腊出了个文化人，名叫留基伯。

他认为万物的本原，是一种小到人看不见的东西：原子。

这就是著名的原子论的1.0版本。

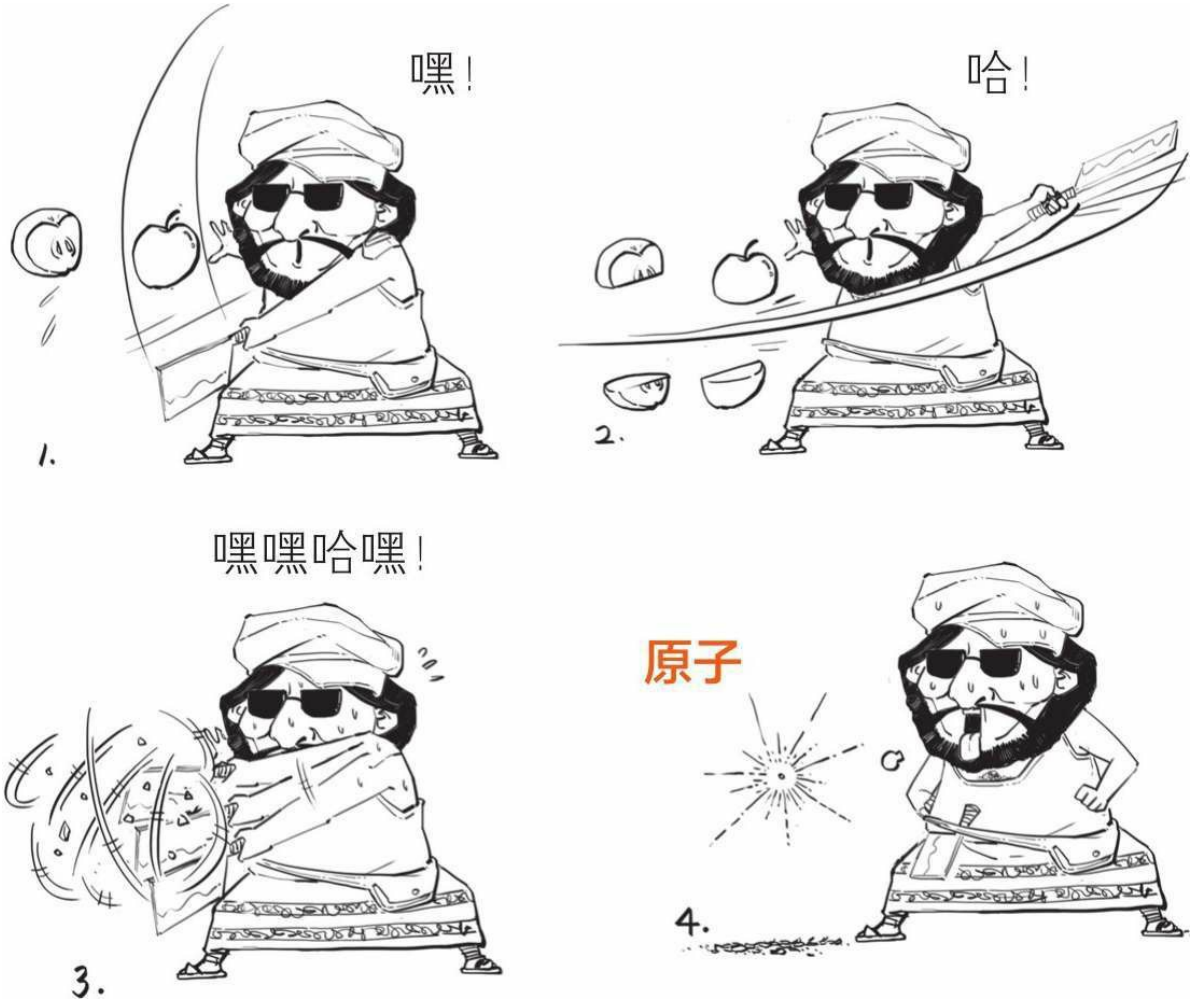
而他的一个学生看到这个解释之后，兴奋不已，并把原子论升了个级。

在他看来，万物的本原是：

原子+虚空

啥意思呢？

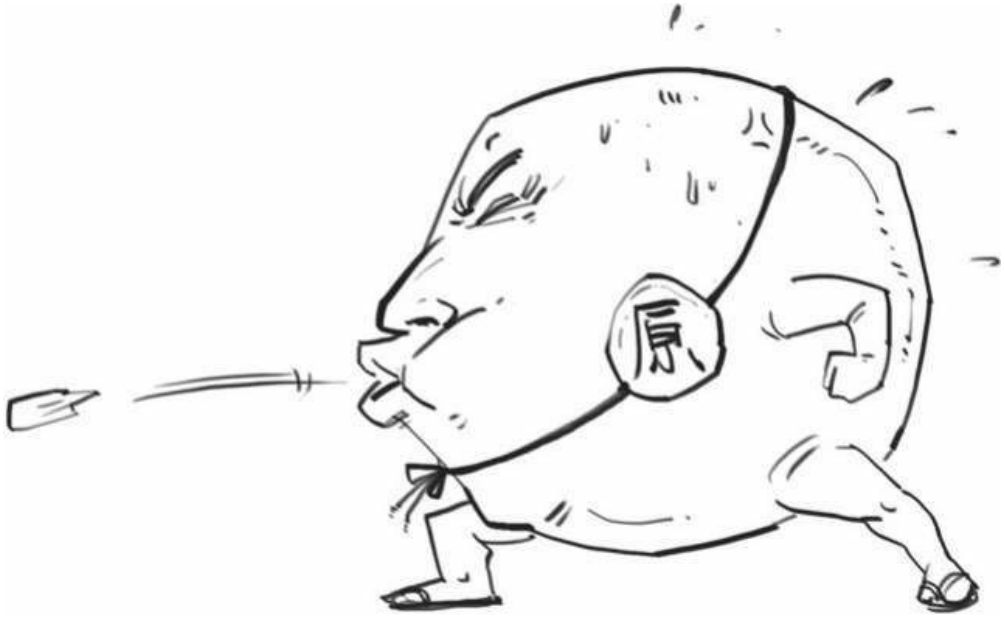
在谟谟看来，随便一个什么东西都是可以切分的，切分到最后切不了了，就是原子。



所以，原子是不可再分的，它们在虚空中运动着，构成了万物。

当然，德谟克里特的原子论和现代科学中的原子概念还是不太一样。

最大的不同就是，现代科学中的原子还可以再分成电子和原子核，而原子核还可以再分。



此外，谟谟还是他们村的吵架王，他曾因作为富二代太能挥霍而被起诉。

他在法庭上跟人辩论，结果不仅没被判刑，居然还得到了奖励!

好一条舌头!

不过，要论整个古希腊的吵架王，德谟克里特还略逊一筹。纵观整个古希腊，真正配得上这个称号的，只有这个男人——

脱口秀之王：亚里士多德

作为站在鄙视链顶端的男人，他到底有多牛呢？

首先人家背景就很硬！

他的祖师是**苏格拉底**，古希腊大哲学家。

师徒

他的师父是**柏拉图**，古希腊大哲学家，创立柏拉图学园。

师徒

亚里士多德，古希腊全能王，创立逍遥学派。

师徒

他的徒弟是**亚历山大**，横扫欧亚非大陆，建立起亚历山大帝国。

有这种背景，难怪人家压力山大，创业不成功，这都属于师门不幸啊！

人家是四世同堂，他们师徒四人把古希腊搅得天翻地覆，尤其是亚里士多德，嘚瑟起来，连师父都呛！

他曾说过一句超级有名的话：

吾爱吾师，吾更爱真理。

这可能是历史上第一个把“老师，你懂个啥!”说得这么清新脱俗的人。

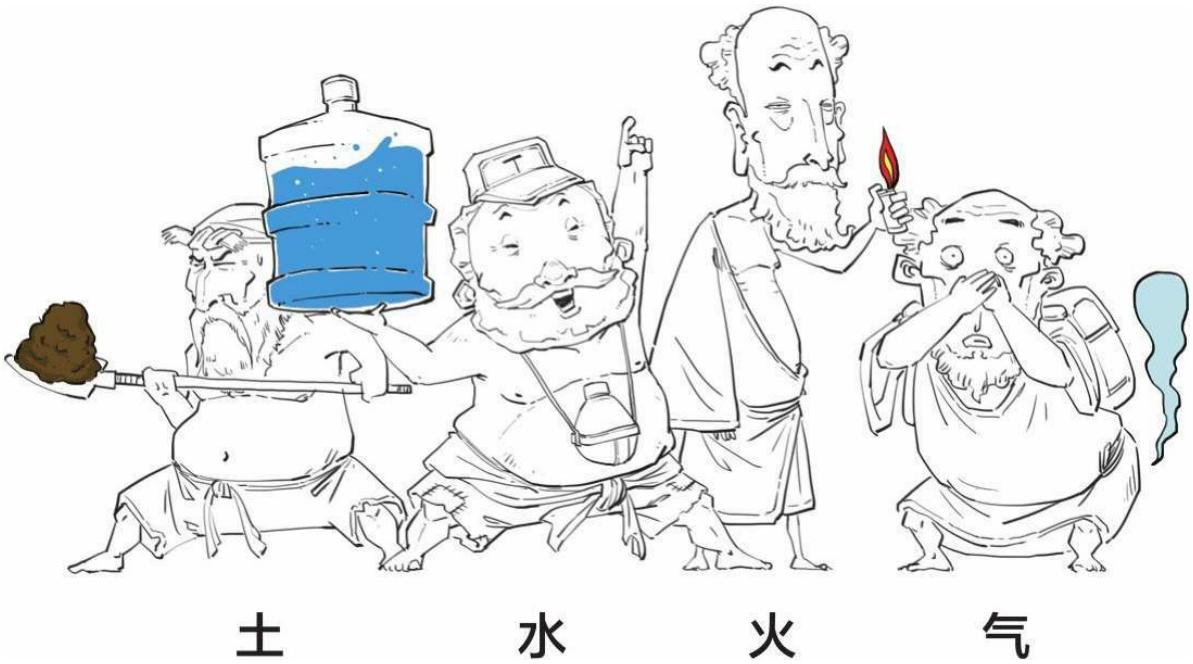
后来，他翅膀硬了，自立门派，江湖人称逍遥学派。

正是因为他喜欢边溜达边讲课，也有人称这个门派为：漫步派。

放眼整个古希腊学术圈，他也没怕过谁，堪称那个时代的武林盟主。

那亚里士多德对万物本原的看法是咋样的呢？

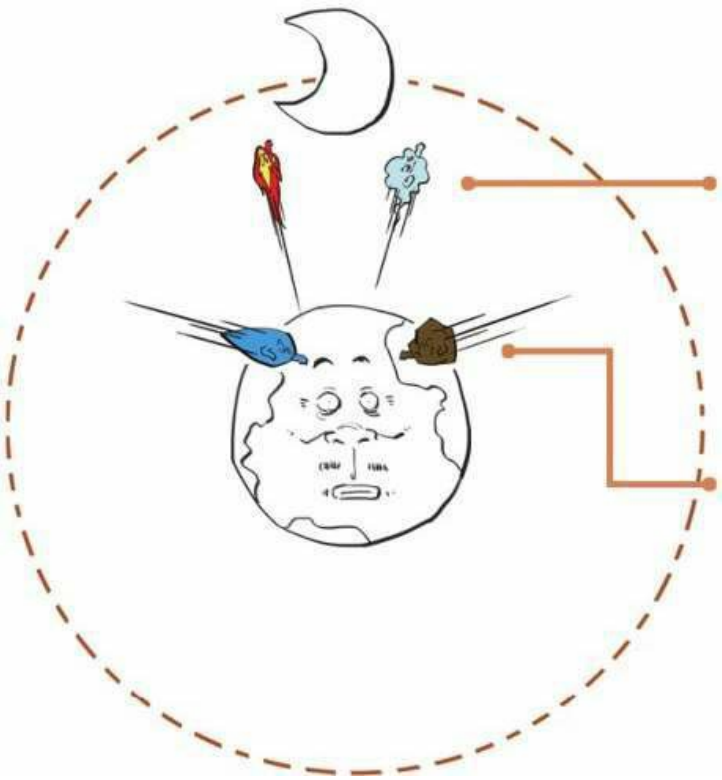
在这之前，大家的说法有很多：



亚里士多德就把这些看法都拿了过来。

然后，自己加了点料。

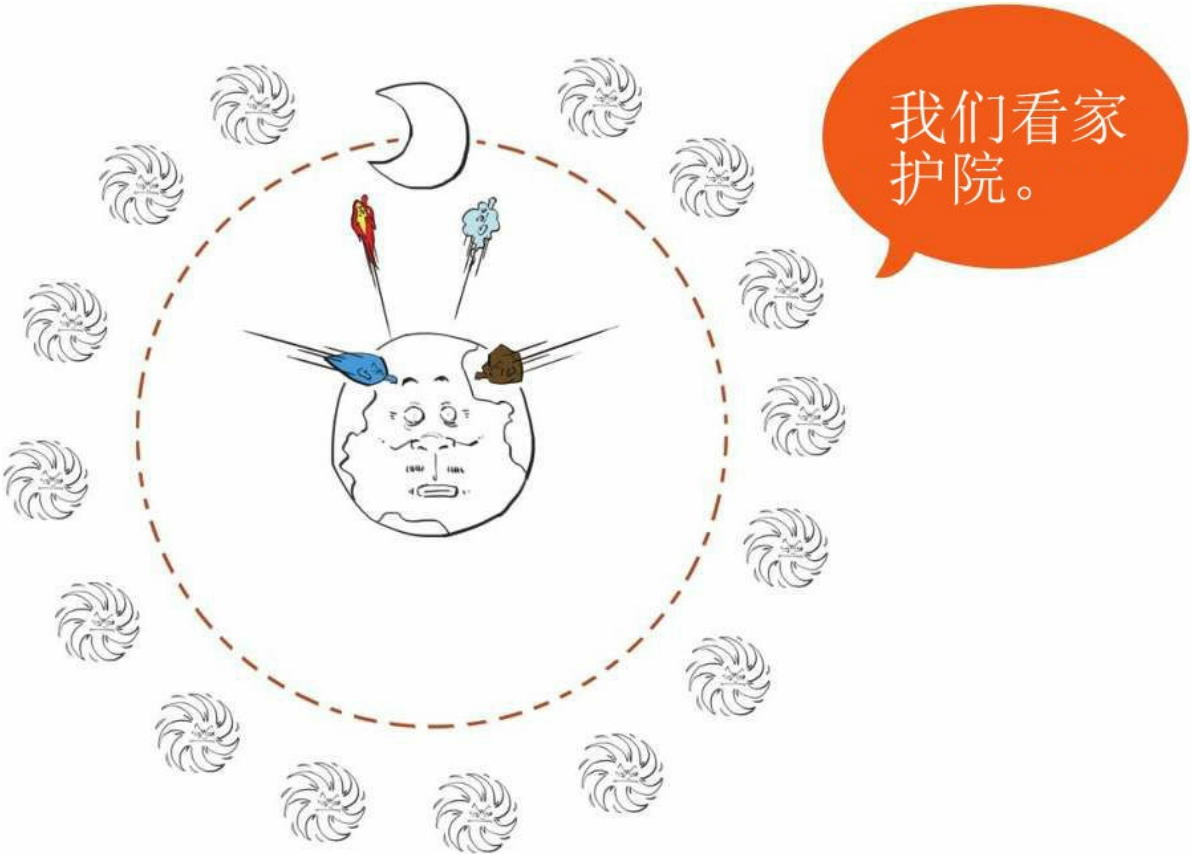
于是就形成了他自己的理论。



他认为气和火轻，飘在大地上方、月球下方。

土和水重，有朝地心下落的趋势，构成了大地。

气和火的外面是其他天体，它们由第五种元素组成：以太。



总结一下：亚里士多德认为月亮上面的世界是由以太构成的，而月球以下，包括地球在内，都是由水、火、土、气构成的。

虽然这套理论如今看起来挺荒唐，但在当时是绝对的主流理论。

而且，它还和另一个理论结合了起来。这就是大名鼎鼎的——

地心说

于是，这就牵扯出了终极考问里的第二个问题：世界上最大的东西是什么？

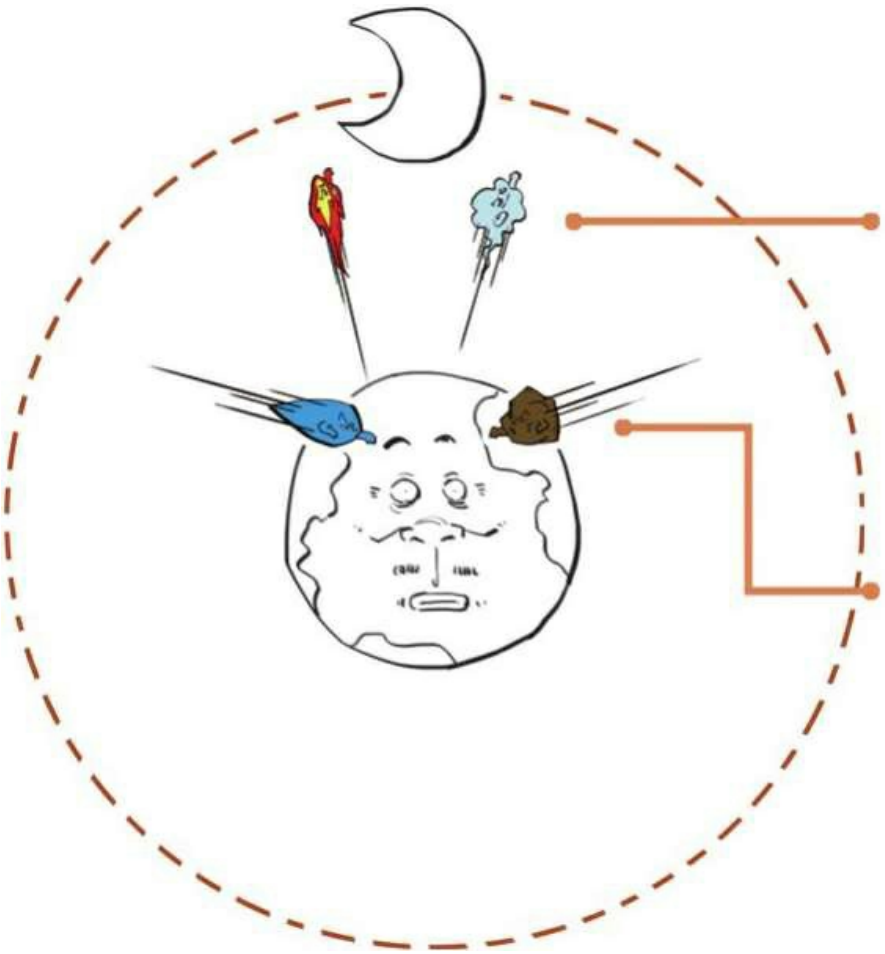
请看下篇：

古希腊奇葩说(下)

三、古希腊奇葩说(下)

上篇咱们聊到，古希腊脱口秀之王亚里士多德，提出了个奇葩的理论，他认为万物的本原是——

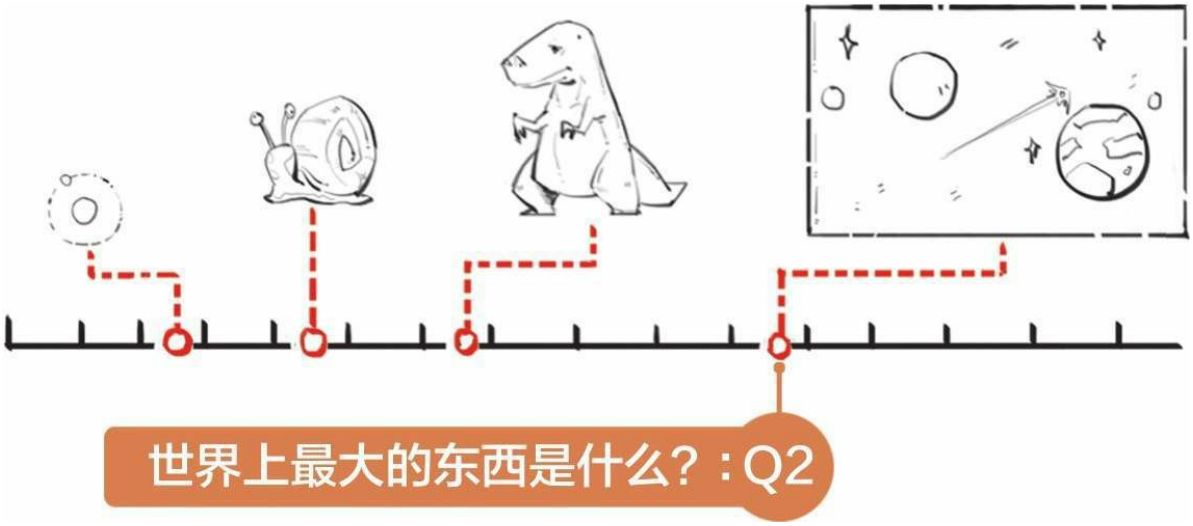
水、火、土、气



他认为气和火轻，飘在大地上方、月球下方。

土和水重，有朝地心下落的趋势，二者构成了大地。

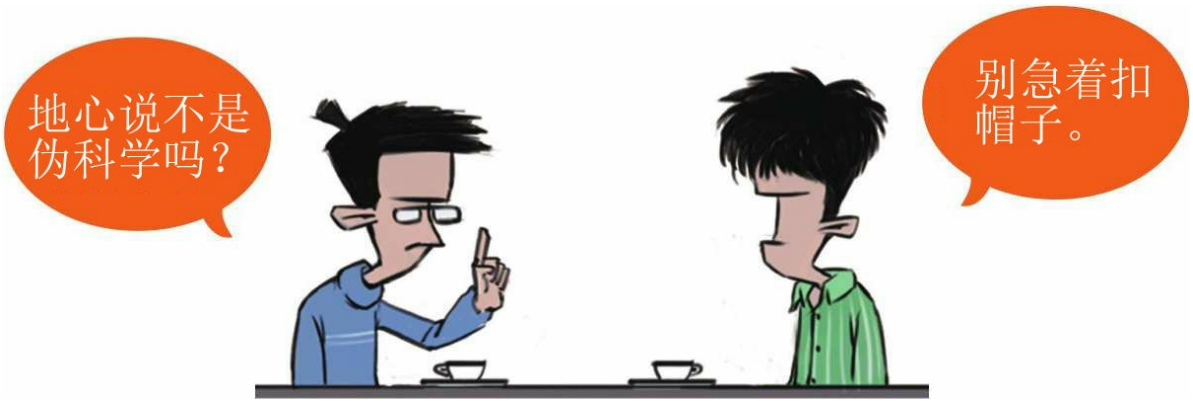
原本在讨论世界上最小的东西是啥，可一不留神，就扯出了另一个终极命题：



发现没？咱们思考问题通常都是天马行空，古希腊人却很有章法，要抓，就抓两头。

而从这个大问题延伸出去，就引出了在科学史上掀起腥风血雨的——

地心说



虽然现在看来，地心说完全不靠谱。

但如果你足够了解它，你会发现，地心说不仅是一个科学理论，还是人类最早成体系的科学理论之一。

要了解地心说，我们只讲三个人就够了。

我们可以亲切地把这三位大佬称为：古希腊“完美”三剑客。

一、古希腊的“毕姥爷”

首先，有请我们的第一位主角，古希腊的“毕姥爷”——

老毕，辈分高，水平也高，是个有头有脸的人物，所以他创立的毕达哥拉斯学派，门徒众多，是古希腊四大门派之一。

作为学界的意见领袖，他也曾被问过关于世界本原的问题，而他的回答，在清奇中透露出一种俏皮：

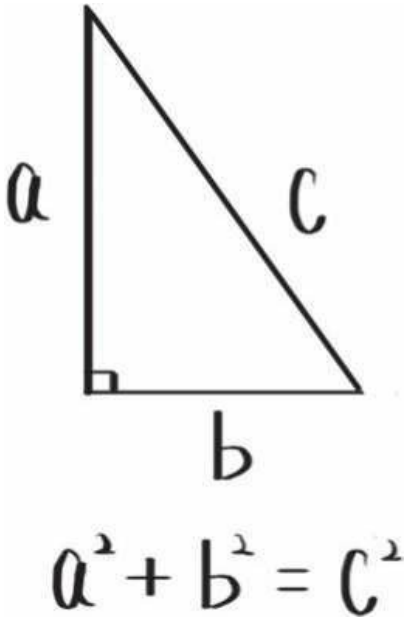
万物的本原是数。

一片，他爱我；

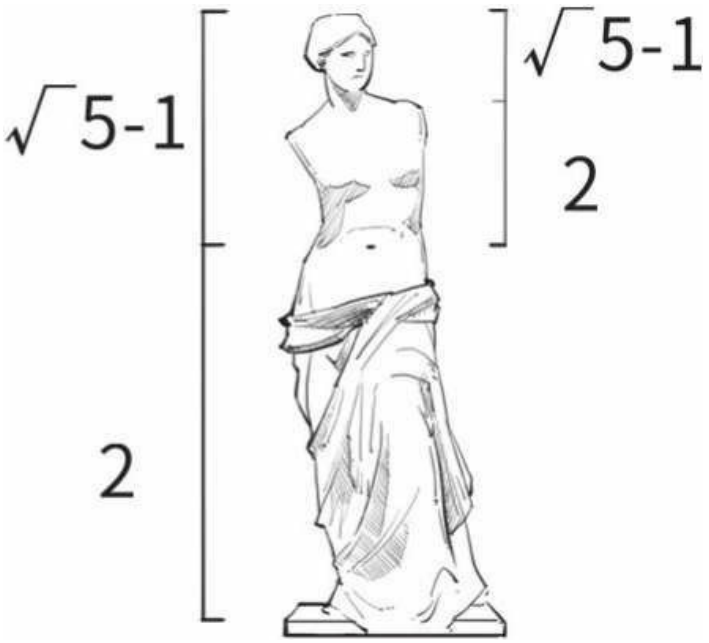
两片，他不爱我……

老毕这个回答其实很有想法，因为他已经摆脱了事物的外在，直接抓住了本质，这被称为抽象思维。

老毕作为数学的宗师，搞出过许多高冷的数学理论。比如他证明了：



勾股定理



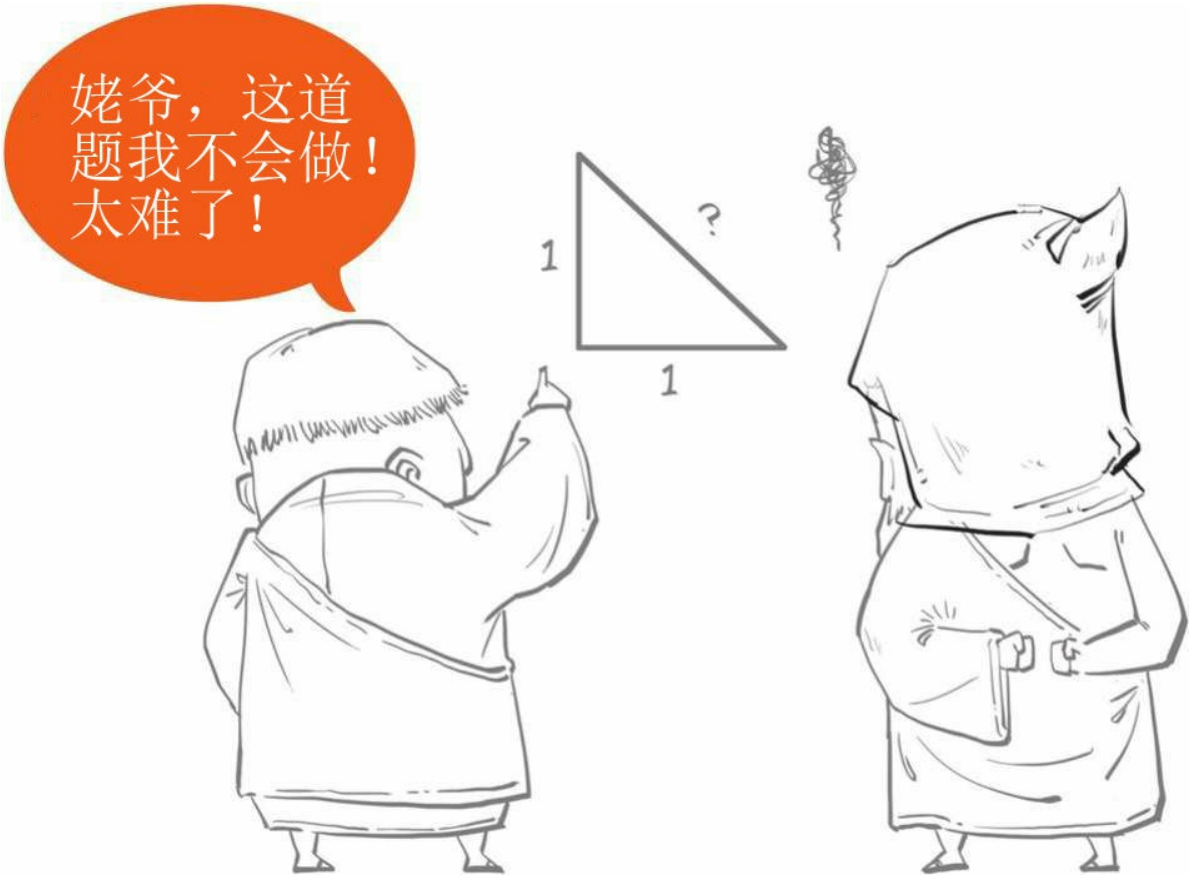
黄金分割

因此，勾股定理也叫作：

毕达哥拉斯定理

这个定理还引发了第一次数学危机。具体是咋回事呢？据说，有天老毕正在给学员们讲课……

其中有个熊孩子，提出了一个问题，角度十分刁钻，直接把老毕整蒙了!



当时的古希腊，还没有无理数的概念。

这一下就触及到了老毕的知识盲区，眼看苦心经营的完美形象濒临瓦解，不行!消灭!必须消灭!

接着，他就把提问的同学给消灭了……

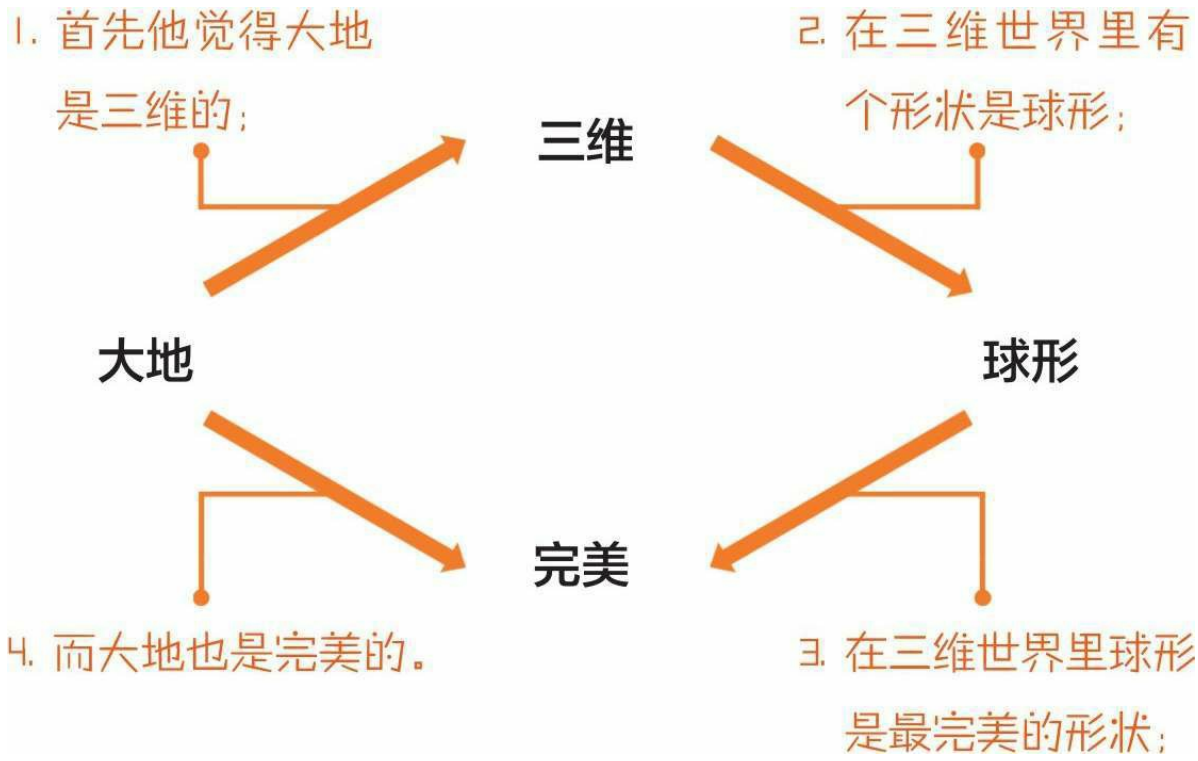
由勾股定理引发的这次危机，就被称为第一次数学危机，也称为有理数危机。现在我们知道这答案是$\sqrt{2}$。

虽然这事儿只是个传说，但也反映出毕姥爷很可能是个处女座，有完美主义倾向。

也正是这种完美主义，让他提出了另一个更大胆的猜想——

大地是圆的!

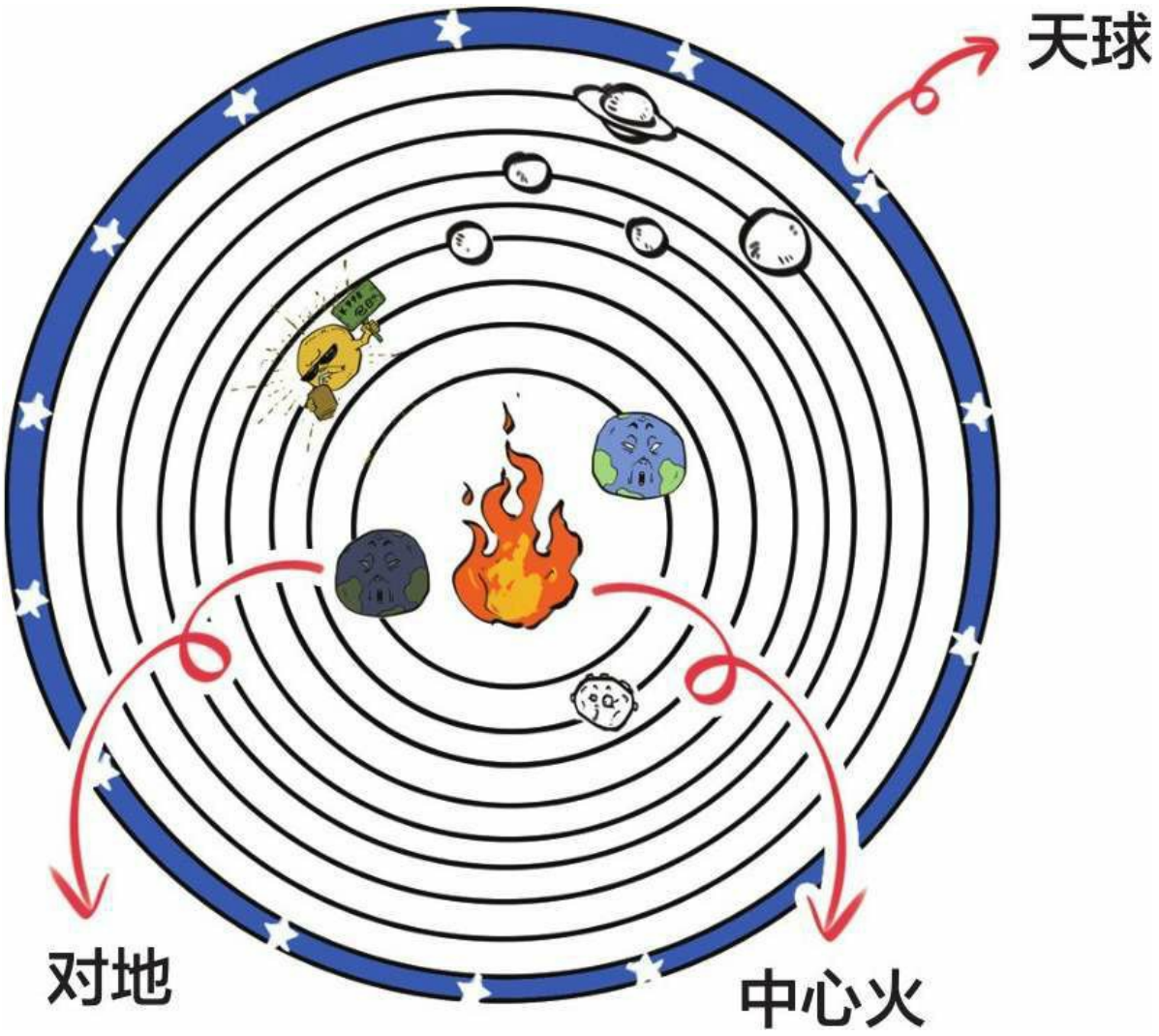
据说他的逻辑是这样的：



所以根据这些条件……

老毕不仅觉得地球完美，还觉得整个宇宙也很完美。

于是他又发了条微博，说整个宇宙也是一个大球体。宇宙中心是一团中心火，所有的天体都绕着中心火转。他还假想出一个天体：对地。



毕达哥拉斯认为数字10是完美的，因此，应该有10个会动的天体，但实际观测到的却没有10个，于是他硬编出个“对地”来凑数。

当然，这些理论也不全是他一个人提出来的，准确地说，应该是毕达哥拉斯学派提出来的。

由此可以看出，老毕绝对是个完美主义者，正是由于他的影响，在以后相当长的时间里，古希腊人都和完美杠上了。

二、古希腊的大学霸

老毕之后，古希腊相继出现了许多武林高手，其中吵得最欢的一个叫苏格拉底，他还有个徒弟叫柏拉

图。

这个柏拉图和老毕一个德行：崇尚完美。他觉得，光是宇宙的形状完美还不够，每个天体的运动也必须完美。

于是，他提出天体的运动也是完美的——

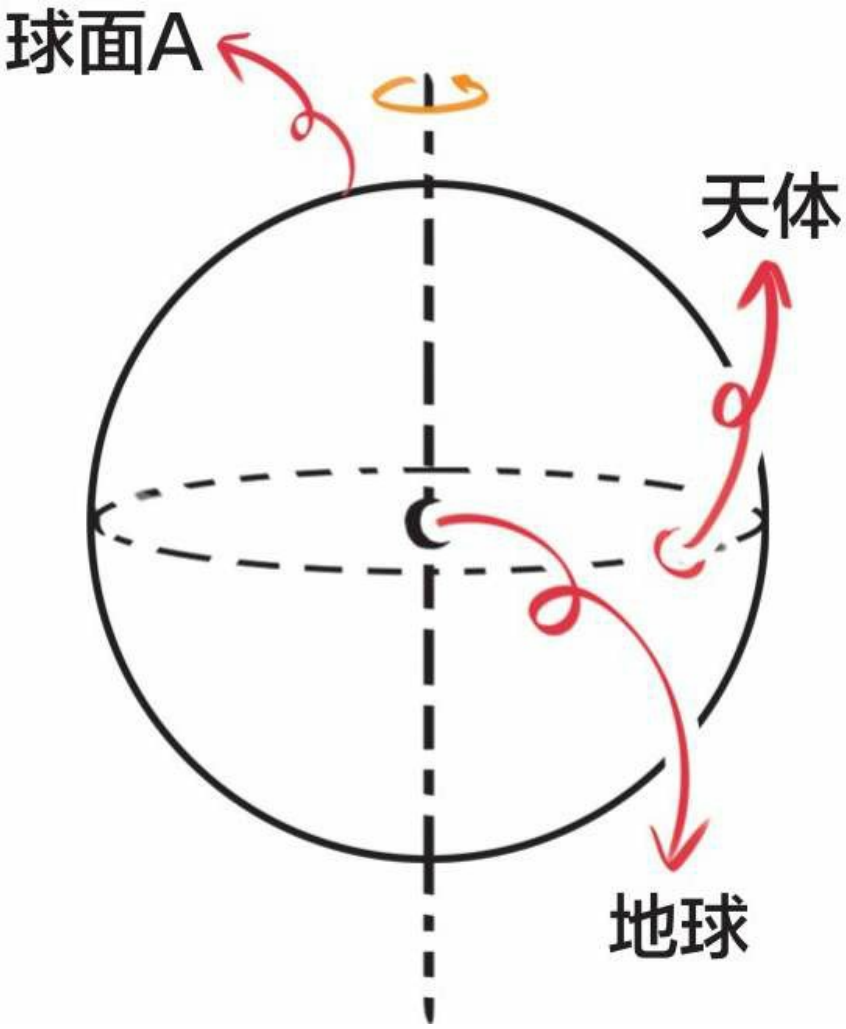
其实柏拉图也注意到了理论和观测不相符的问题，于是，他发起了一项竞猜活动：拯救现象。

说白了，柏拉图的意思就是：我的想法没有错，只是还不够完善。

在柏拉图的号召下，大家就开始用匀速圆周运动组合各种模型。

其中有个叫欧多克斯的，提出了一个还凑合的方案——

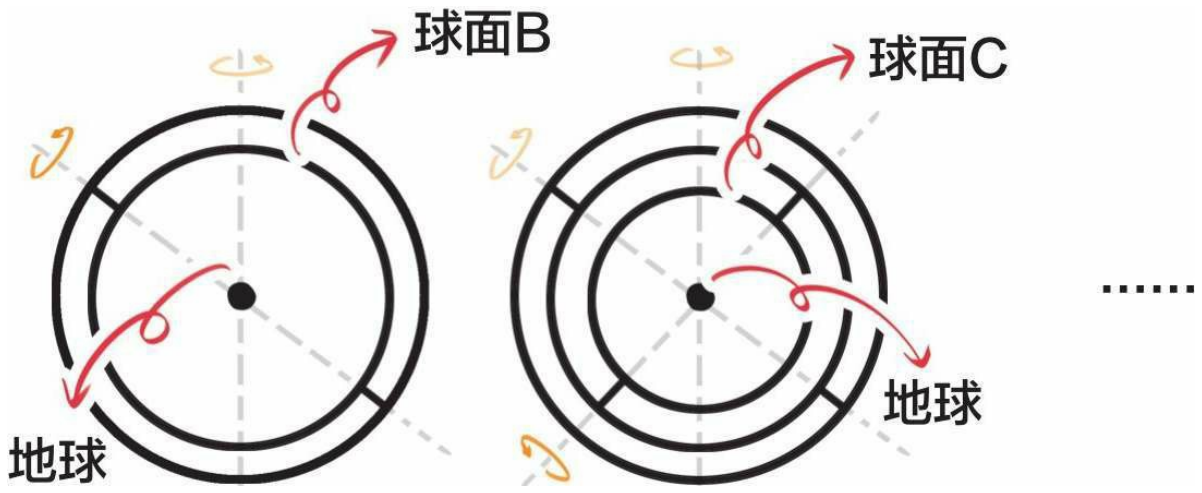
同心球叠加模型



1. 地球是宇宙的中心，且地球是静止不动的；

2. 地球外套着一个球面A，球面A与地球同心，称为同心球，且同心球自身绕轴旋转；

3. 天体沿同心球的赤道运动。



地球不止嵌套一个同心球，而是有很多同心球，一圈套一圈。比如球面B、球面C……以此类推，大概有27个同心球。

这个理论很复杂，也早就过时了，为了不浪费大家的脑细胞，就打个简单的比方：它其实就像俄罗斯套娃，一层套一层，为的就是让理论和现象能匹配。

“地球位于宇宙中心”是欧多克斯提出来的，这就是地心说1.0版。

在这之前，大家并不关心天体的运动，欧多克斯之后，大家开始想给天体排日程表，其实就是想预测天体的运动。

如果非要用一句话概括欧多克斯模型的意义，那应该是：从这时开始，古希腊的杠头们开始接地气了。

这就好比射箭，欧多克斯之前，比的是谁的动作更酷；欧多克斯之后，比的是谁射得更准。

现在，我们要请出古希腊的大学霸了，他也是柏拉图的徒弟，欧多克斯的师兄弟，我们熟悉的亚里士多德。

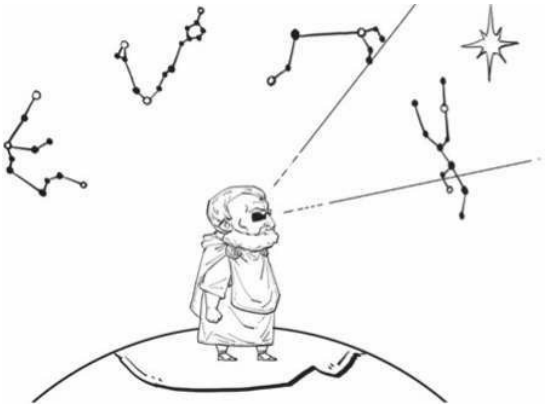
前面我们提到，小亚在讨论万物本原时，实现了一次称霸，现在聊到了宇宙，他当然也不能落后。要实现这个目标，就得完成两件事：

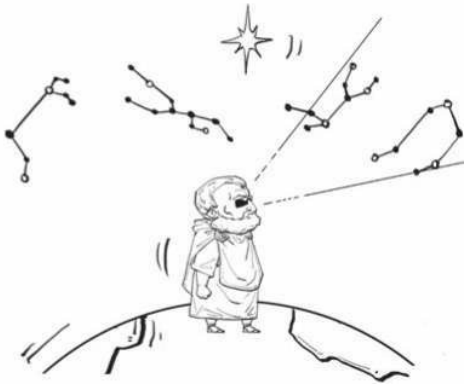
1.证明大地是球形的

首先，小亚为了让大家相信大地是球形的，他找到了几个关键证据。

证据一：

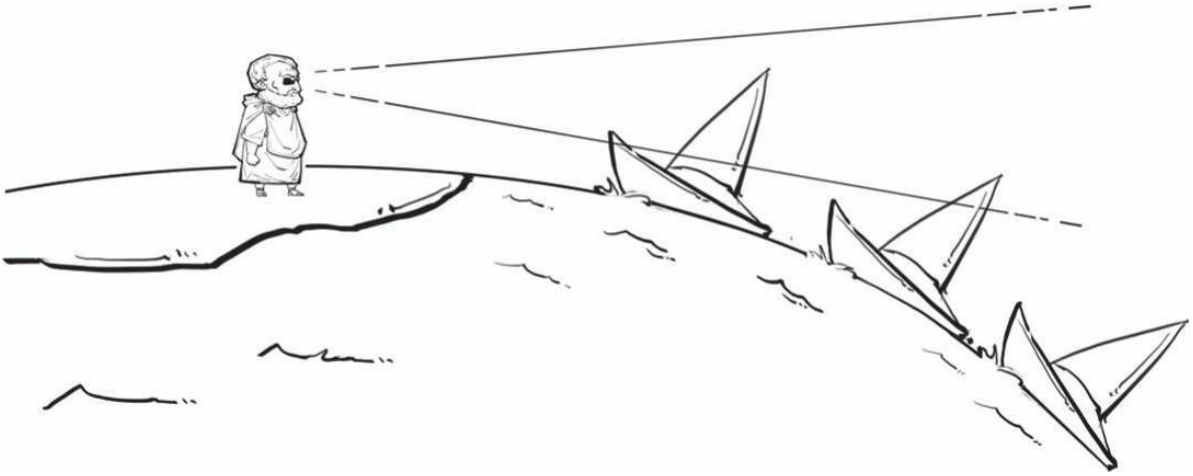
夜晚的时候，一直朝着北极星走，前方会出现一些新的星星，而后方的一些星星会消失。





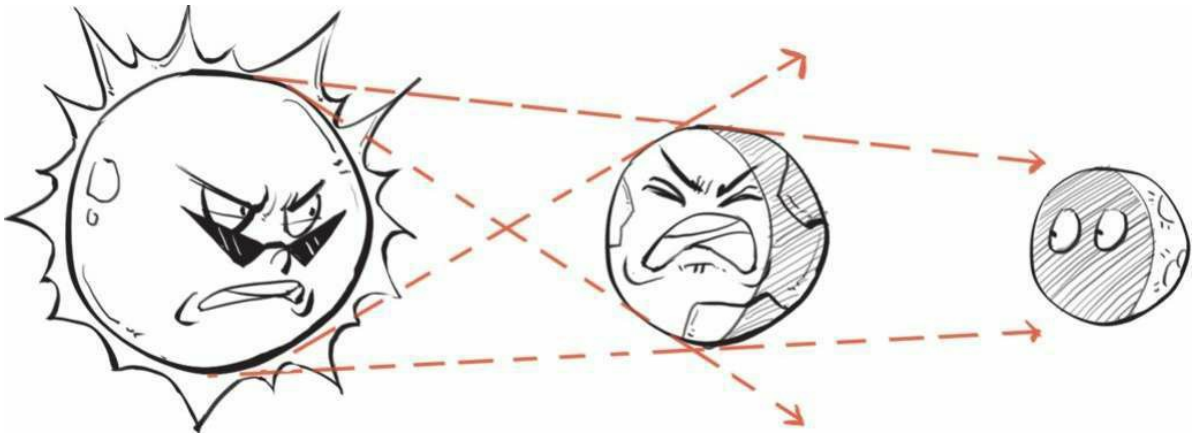
证据二：

大海里的帆船，靠近时先出现船帆，后出现船身；离去时，船身先消失，船帆后消失。



证据三：

月食的时候，大地投射在月亮上的影子是弓形的。



亚里士多德为了证明大地是球形的，使用了罗列观测证据的方法，这是人类第一次使用这种方法，它打开了实证科学的大门。

2.提出水晶球模型

大家还记得前面欧多克斯的27个同心球吧，小亚作为一个很有想法的人，思前想后，决定再加几个，这一加就是22个。

他的模型被我们称为水晶球模型。

但他这样做不是为了让天体的日程表更准确，而是为了解释天体为什么会运动。

让我们通过下面这张图来体会一下小亚的想法有多高端。

“水晶球模型”就是地心说2.0版。

亚里士多德的水晶球模型，不再局限于追求理论和各个天体运动现象的吻合，而是开始尝试了解天体之间的相互关系。

三、古希腊的人工智能

亚里士多德之后，小伙伴们沿着柏拉图“拯救现象”的精神继续探索。也就是说，他们正朝着“更准”的方向努力。

当时的人们发现，五大行星的行踪，就像姑娘的心思一样难以琢磨，一会儿向左，一会儿向右；一会儿变亮，一会儿变暗。

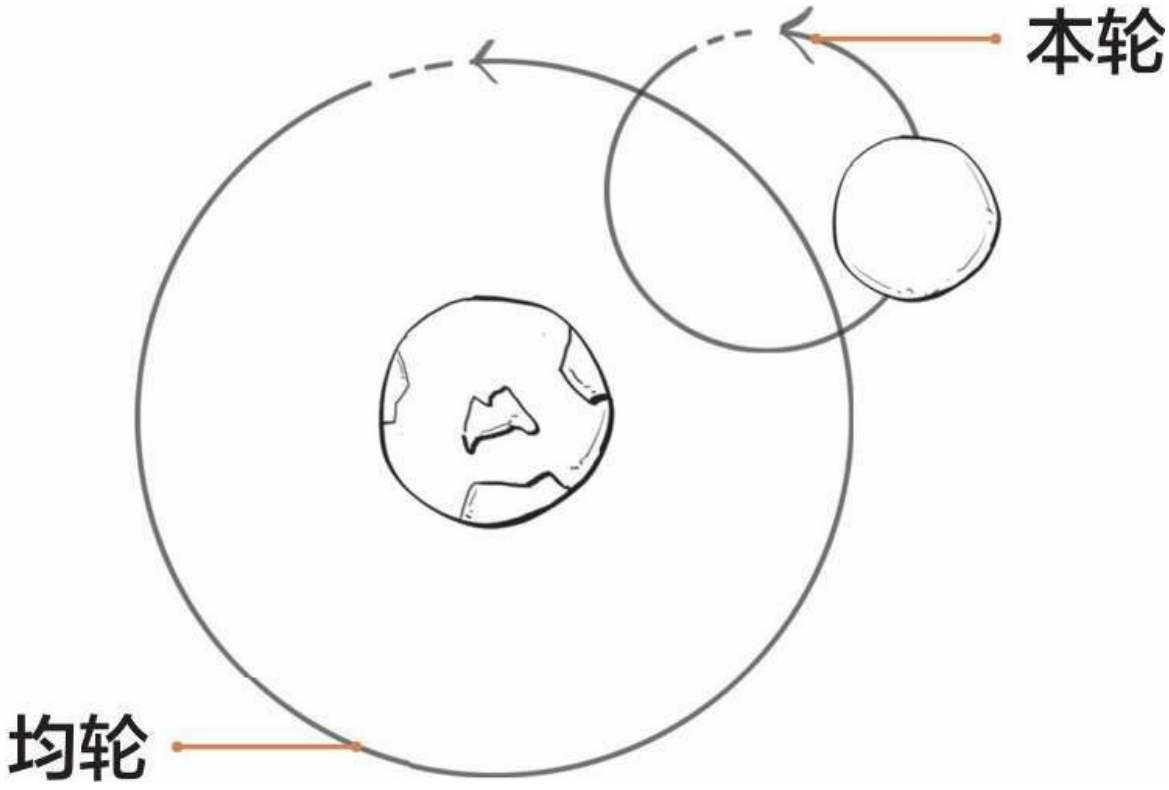
糟心的是，同心球理论并不能解决这个问题。

冲呀！

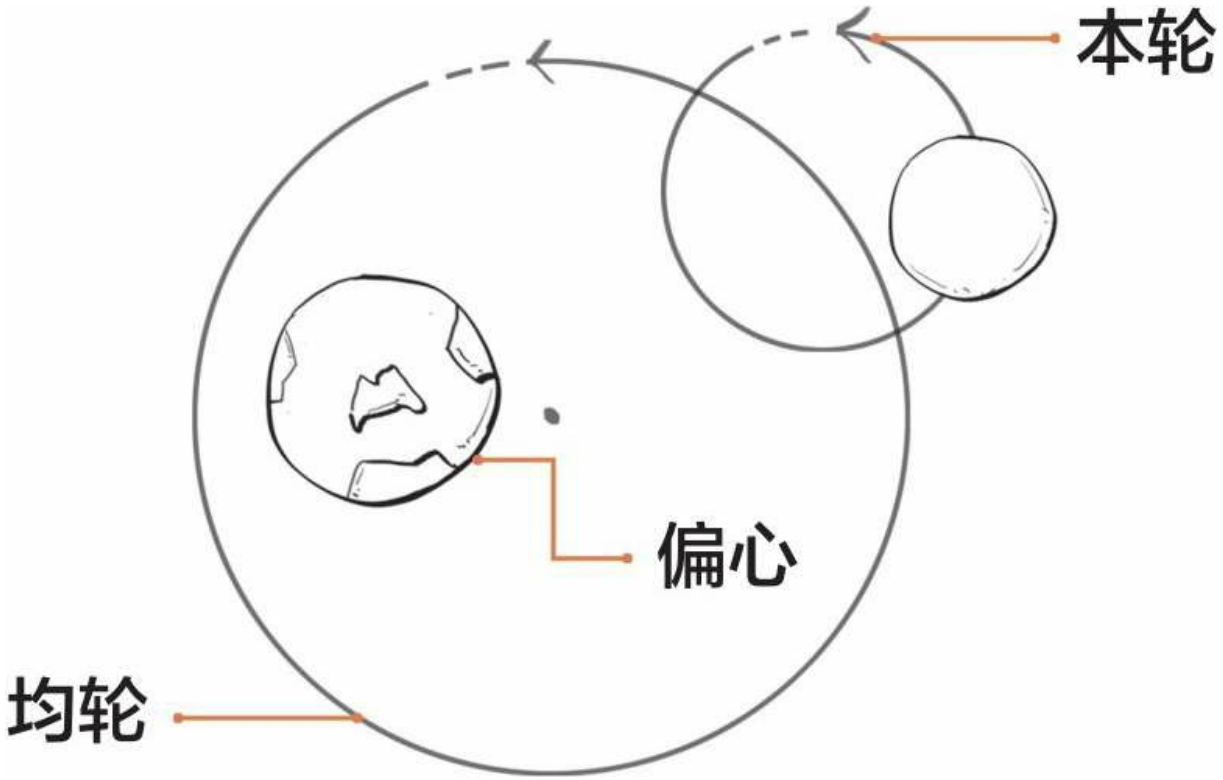
冲呀！
?

五大行星就是我们熟悉的金、木、水、火、土这五颗行星。

不久之后，一个叫作阿波罗尼的人提出了本轮和均轮的概念，来补充地心说模型。



后来，又有一个叫作喜帕恰斯的人提出：如果地球不在太阳圆周运动的中心点上，而是处于一个偏心的位置上，模型会更加准确。

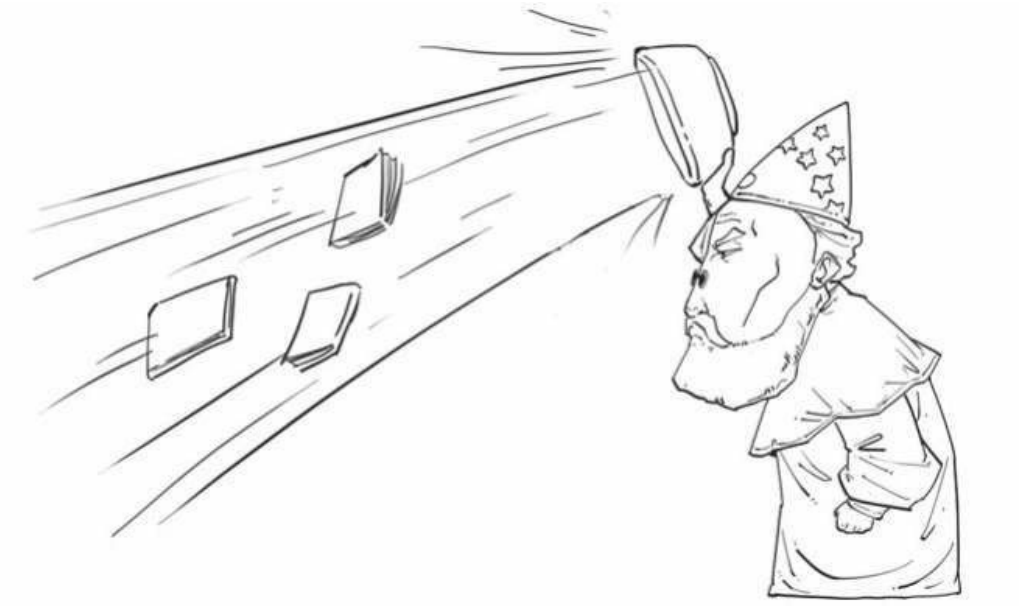


这里要强调一下，这时的人们仍然相信地球是宇宙的中心，只不过它不在均轮的中心而已。

最后，把地心说进行完善和推广的是托·古希腊人工智能·勒密。

其实他干了一件亚里士多德干过的事，也就是之前提到过的老三步——

第一步：大量学习前人理论，并进行系统性总结。



第二步：在前人的理论基础上加入自己的想法，并根据实际观测结果不断校正理论。

第三步：提出系统的地心说模型，出版巨著《天文学大成》，也叫《至大论》。

“托勒密的地心说”就是地心说3.0版，也是终极版本。

这本书横行西方天文学界一千多年，是那些年里的标准教科书。

托勒密这套系统最难能可贵之处，在于其引入了大量数学方法进行论证。

在那个没有计算机的年代，托勒密就已经在搞大数据运算了，关键是还算得贼准，完全就是一个行走的人工智能。

经过几代学者的折腾，地心说得到了一次次升级，用地心说对天文现象做预测，已经可以做到很准确了，至少对于那个时代而言已经完全够用了。

很多人认为地心说算不上科学理论。这种理解其实并不正确，实际上地心说符合科学理论的基本要求：

严格的定义
严密的逻辑推理
可以通过实验验证

请看下篇：

古希腊另类杠头集锦

四、古希腊另类杠头集锦

古希腊奇葩超级多，但在茫茫葩海中，还有两位另类杠头，我们绝对不能错过。

几何之父

欧几里得

力学之父

阿基米德

两位大佬对科学做出了巨大贡献，影响力持续至今，他们的理论是初中数学和物理的重点内容。

冤有头，债有主，是不是依稀想起当年被这两门学科支配的恐惧了？

嘴上随便突突，刀下冤魂无数，堪称史诗级刽子手。

所以这篇，咱们就来好好认识一下这两人。

一、欧几里得

据说小欧是个好学的孩子，年轻时候的梦想，就是去柏拉图学园深造。

柏拉图学园是图哥创立的学术圣地，以分数线高、招生严格著称。学园门口常年竖着一块木牌，上面满是对文科生深深的恶意：“不懂几何者，不得入内!”

面对这样一条铁律，无数学子只能默默流泪。

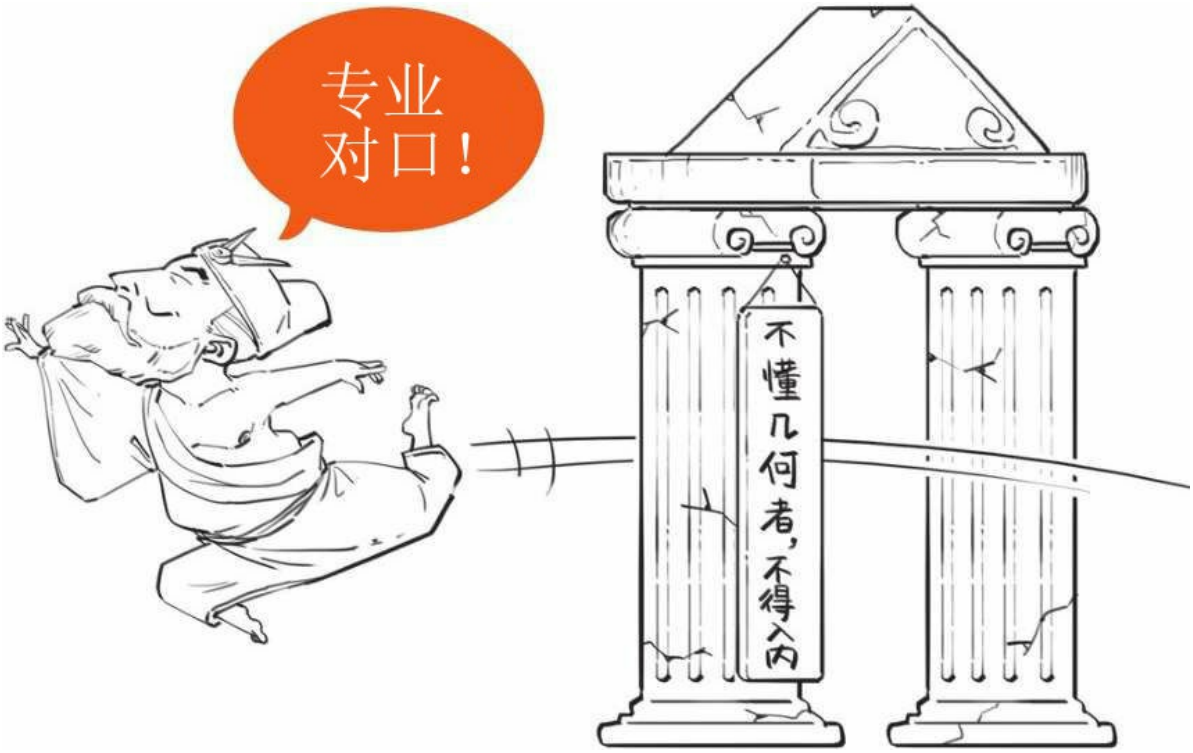
就在众人望而却步之时，人群中的欧几里得却暗自窃喜。

原来，小欧偏科严重，是几何界的顶级学霸。

于是他一个箭步，直接溜进学园!这个故事也告诉我们一个道理——

三分靠努力，七分靠押题!

爱蒙才会赢!

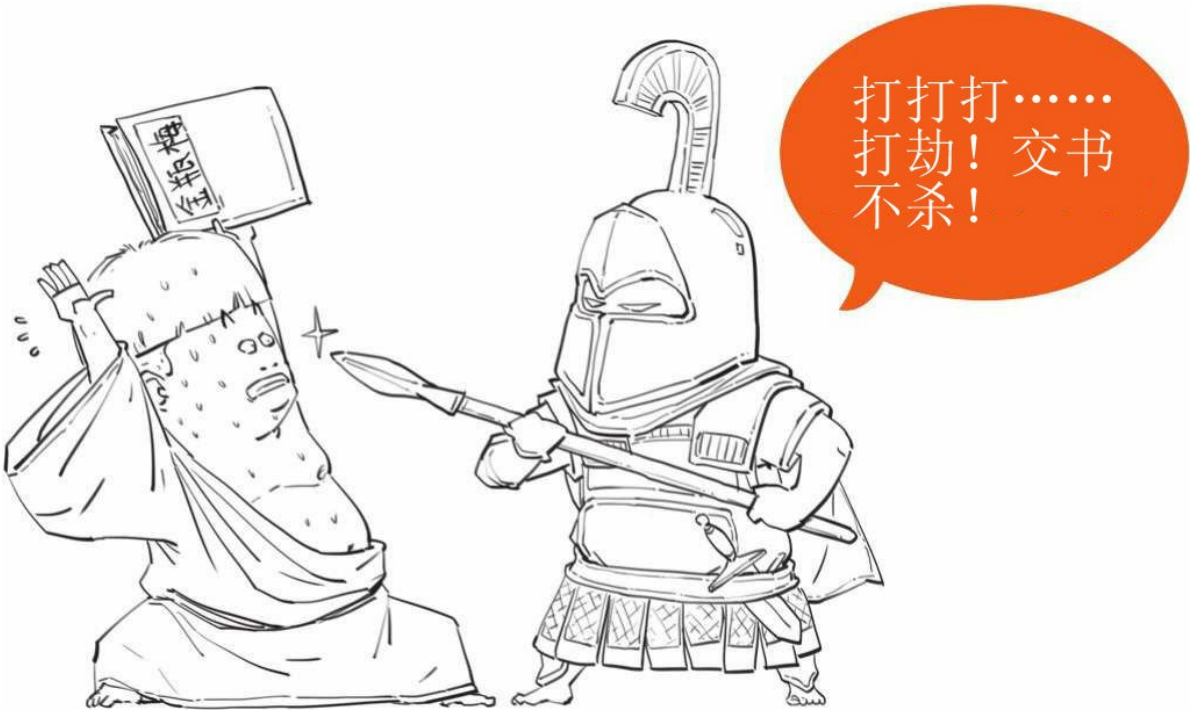


每个学有所成的学子，都有个一线城市梦，欧几里得也一样。

毕业后，小欧决心做个亚漂，他来到了古希腊文化最发达的地方——亚历山大城。

到底多有文化呢？

据说那里的人对知识的渴望，已经到了丧心病狂的程度。如果你家财万贯，没人会搭理你，但假如你带着一本书上街，那你甚至可能会被官方打劫。



接着他们会找人把你这本书抄一遍，然后把誊抄的版本给你，原本则收入他们的图书馆中。

所以，在亚历山大城生活的日子里，欧几里得简直如鱼得水。

而且他还搞了件大事，套路和亚里士多德很像。

Step 1：

搜集整理以前的数学知识，并向数学大神们请教。

Step 2：

在原来知识的基础上，加一些自己的创新。

Step 3：

写出史上最成功的教科书——《几何原本》。

这本书瞬间就冲上了各种榜单，成为现象级畅销书，连国王都变身为欧粉。

虽然国王也是学霸，但在几何里却栽了跟头，于是他偷偷溜到欧几里得面前，求取真经。

于是就有了这样一条千古流传的学习箴言：

“在几何学里，

没有专为国王铺设的大道。”

——欧几里得

翻译成大白话就是：

学习得一点一点啃！

头发得一根一根掉！

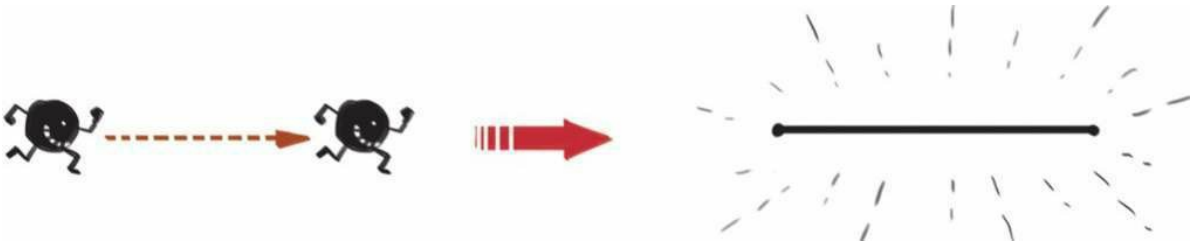
除此之外，《几何原本》最厉害的地方在于，它用到了——

公理化方法

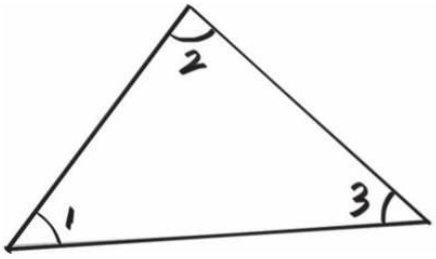
举例来讲：

首先，《几何原本》里有23条最基本的定义，用以说明点、线、面、圆、角等是什么；

其次，还有5条公设，比如点到点可作一条直线。



接着，从这些定义和公设出发，推理演绎出一些结论，比如三角形内角和为180度。



$$\angle 1 + \angle 2 + \angle 3 = 180^\circ$$

最后，推演出的结论越来越多，渐渐就形成了几何学大厦。

欧氏几何

总结一下，公理化方法就是：在一定的定义和规则下，通过逻辑演绎整出一套东西。

这事儿就好比，程序员们只要根据一些初始代码，就能敲出一个个程序。

这套方法，后来也成了建立知识体系的典范，牛顿的力学三大定律、爱因斯坦的相对论，都是用这方法推出来的。

欧几里得也因此被称为几何之父。

到了19世纪，人们发现，这种被大家普遍认可的定义、公设，也未必是绝对真理，并由此诞生了非欧几何，但这是后话了。

二、阿基米德

作为欧几里得的徒孙，小基不仅继承了数学基因，在物理学领域也是闪闪发光，被称为力学奠基人。

他最为人熟知的，就是这三件事：

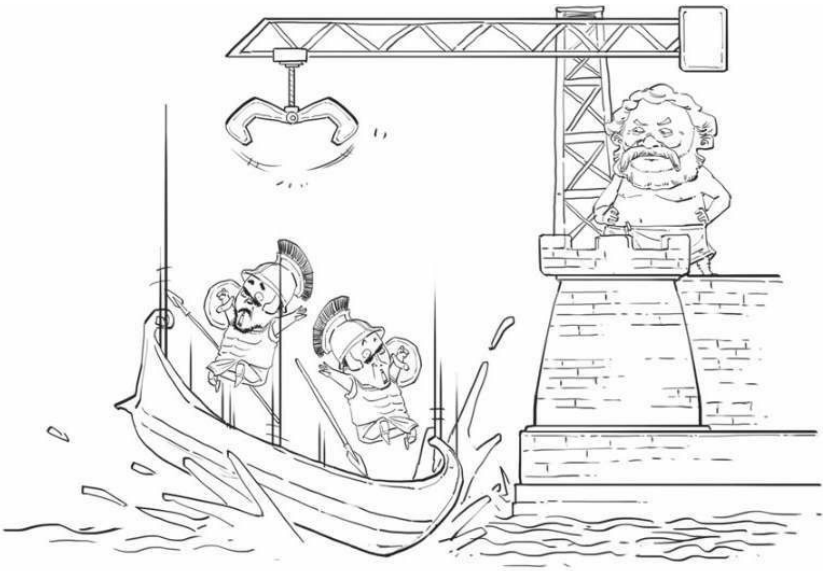
1. 泡过一个著名的澡

话说国王做了一顶金王冠，怀疑工匠掺假，让阿基米德当打假大臣，结果小基不好好干活儿，忙里偷闲洗了个痛快澡……

让初中生们苦不堪言的浮力定理，就是这么来的。

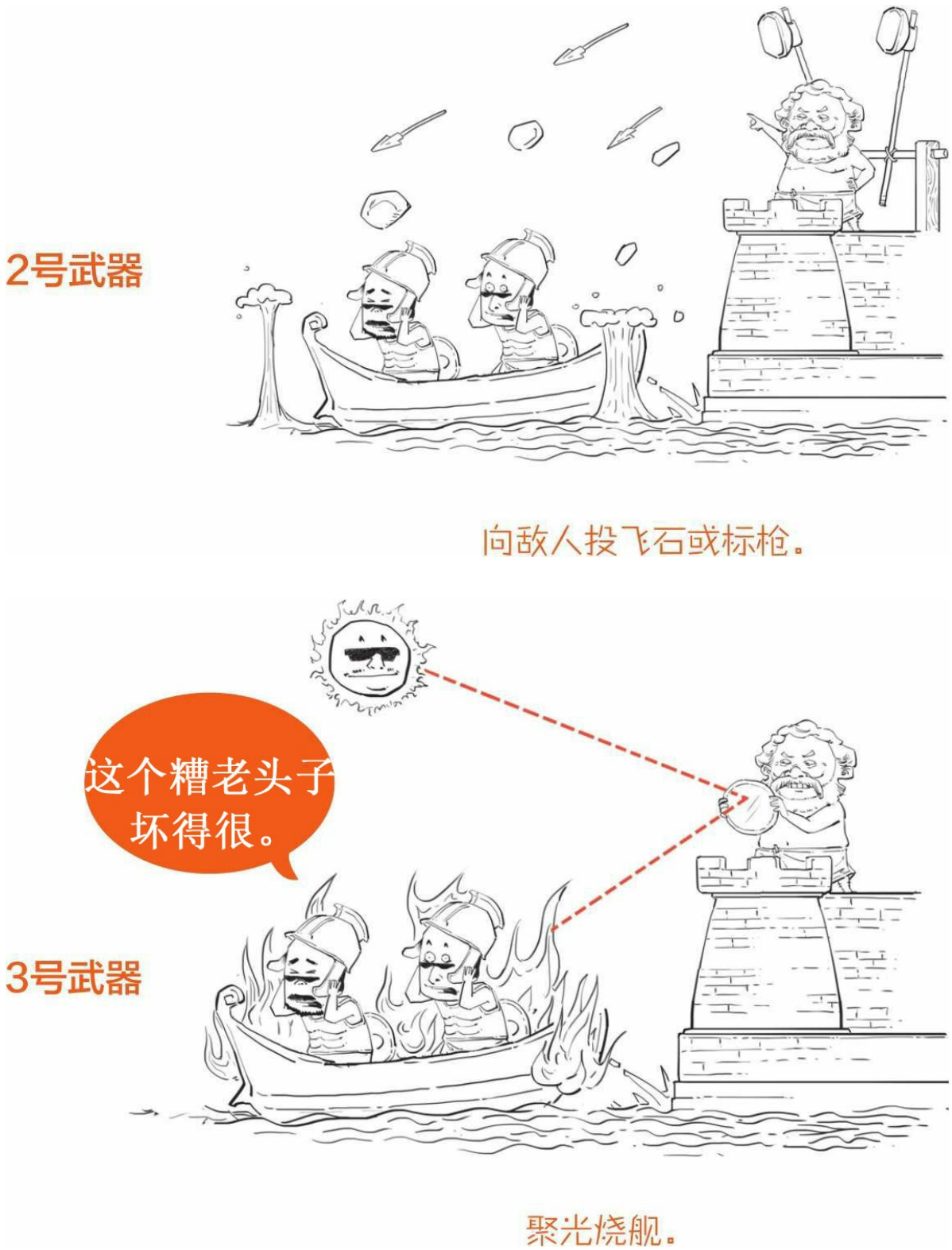
2. 打过一场不明不白的仗

这一战中阿基米德搞出了很多武器，被罗马将军称为“罗马舰队与阿基米德一人的战争”。

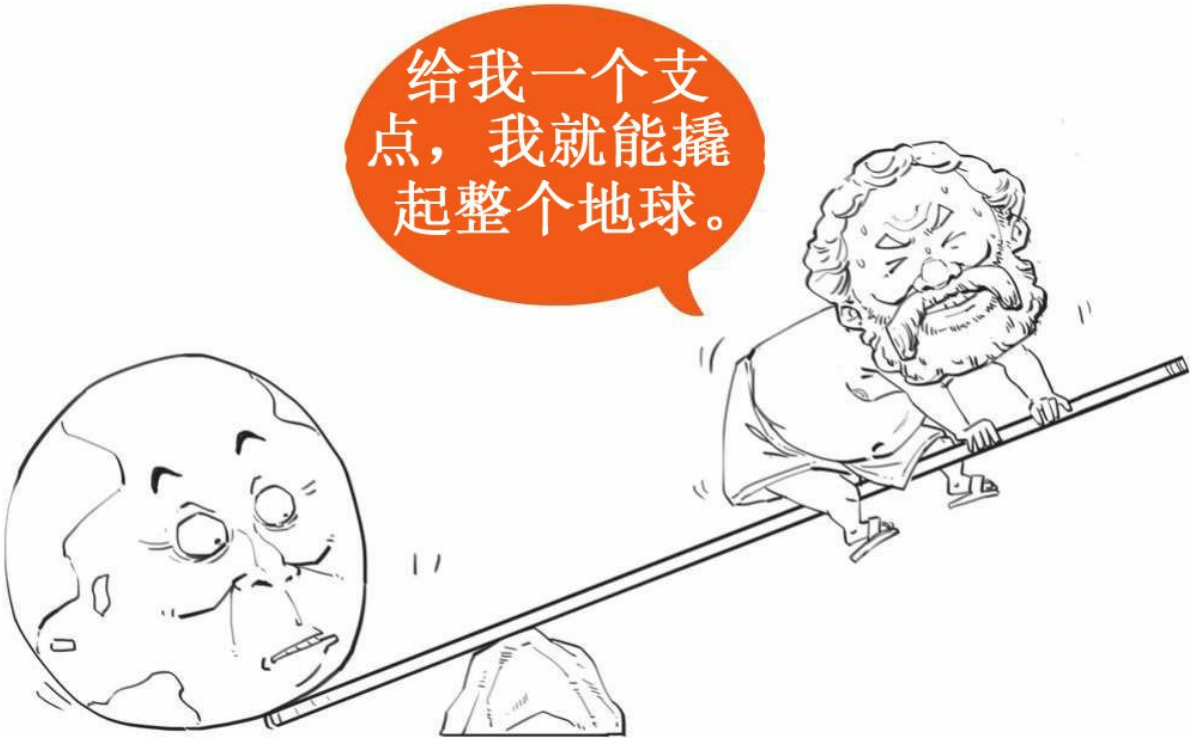


1号武器

把战舰吊到半空，重重摔下。



3. 吹过一个惊天牛皮



没错，这就是著名的杠杆原理。

总而言之，阿基米德用实际行动告诉我们：

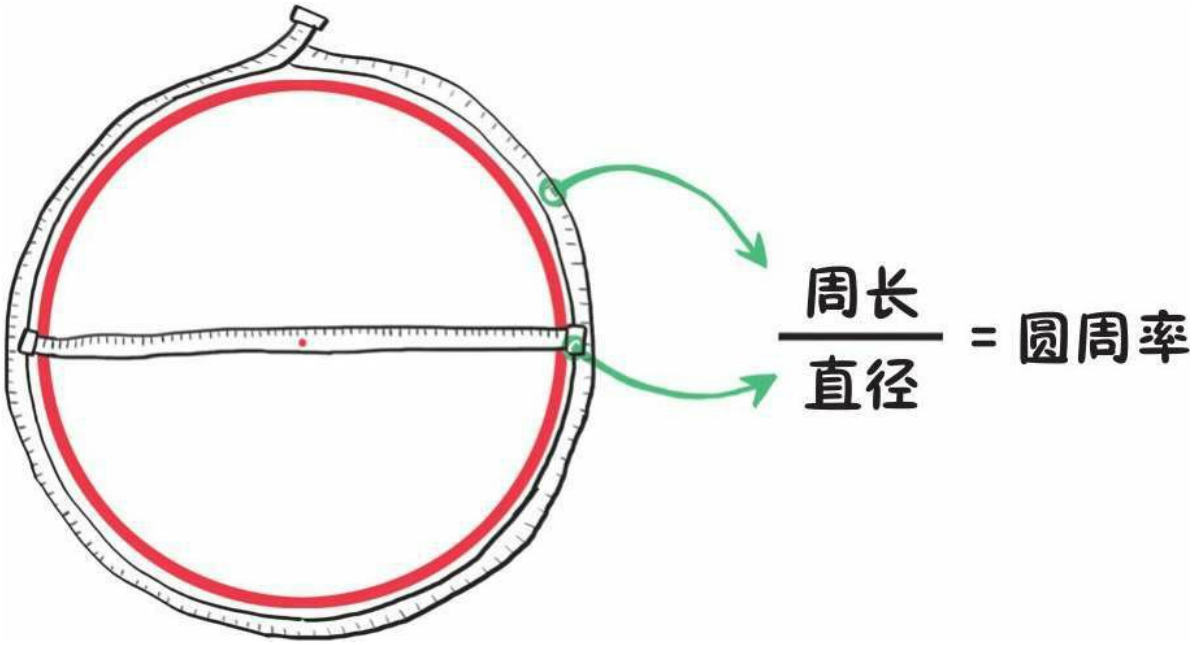
知识就是力量！

阿基米德这种把理论和实验研究结合起来的精神，正是现代科学的精神。

已经很牛了，有没有!

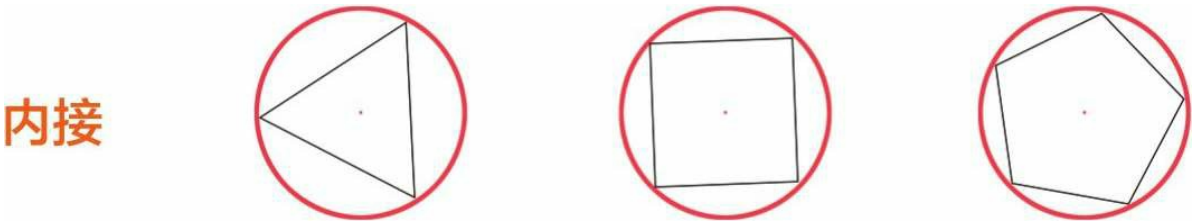
但这还不是最牛的，阿基米德在数学方面也取得了巨大成就，他计算出了圆周率π≈3.14。

首先，我们要搞清楚啥叫圆周率。

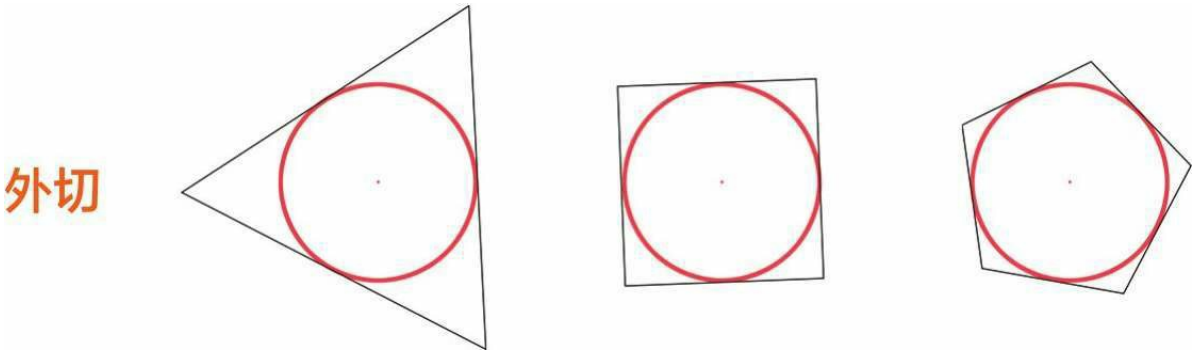


那他咋算的呢？

这里要科普一下两个概念：内接和外切。

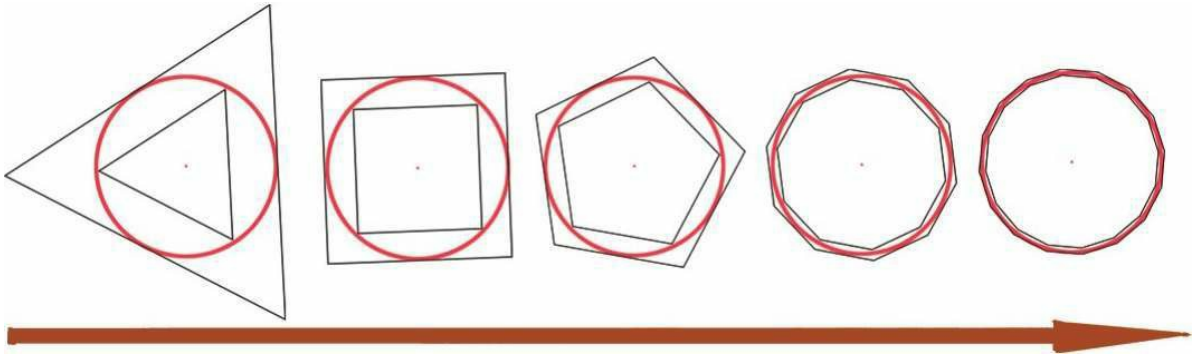


用内接得到一个小的多边形，这个多边形的周长就比圆小。



用外切得到一个大的多边形，这个多边形的周长就比圆大。

把一大一小两个多边形的周长，分别除以圆的直径，就可以得到一个圆周率的取值范围。



多边形的边数越多，这个取值范围就越小。

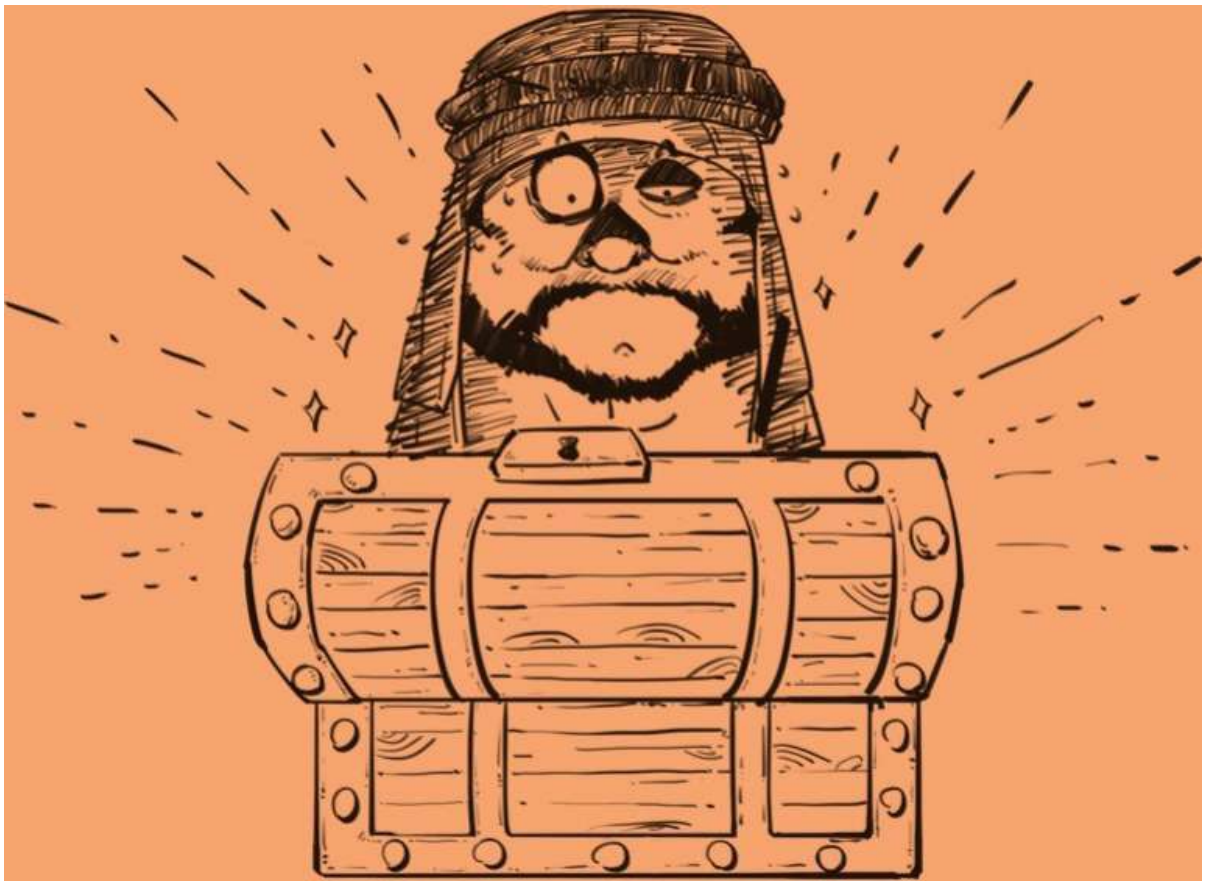
这种方法叫作穷竭法，是近代极限概念的前身。

可惜的是，公元476年，随着西罗马帝国的覆灭，西欧进入了黑暗的中世纪，持续了一千多年。黑暗的岁月里，科学该何去何从呢？

好了，关于古希腊的大神们，我们就说到这里。

我们下篇再聊!

五、希腊真题的奇幻漂流



各位同学，之前咱们讲了希腊文明，这些智商爆表的古人，留下了无数智慧结晶。谁能掌握这些智慧，谁就能起飞。

我们亲切地把这些智慧遗产称为——

希腊真题!

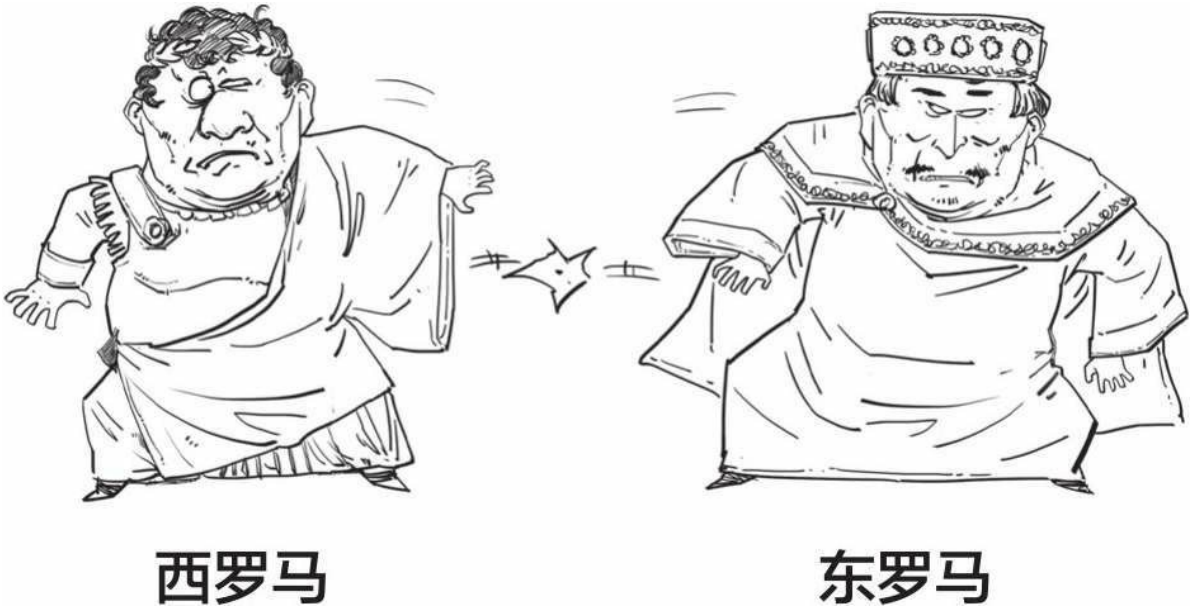
在此后的一千年里，这些希腊真题屡遭浩劫，经历了两次大漂流：

下面咱们就来看看，希腊真题是怎么漂的。

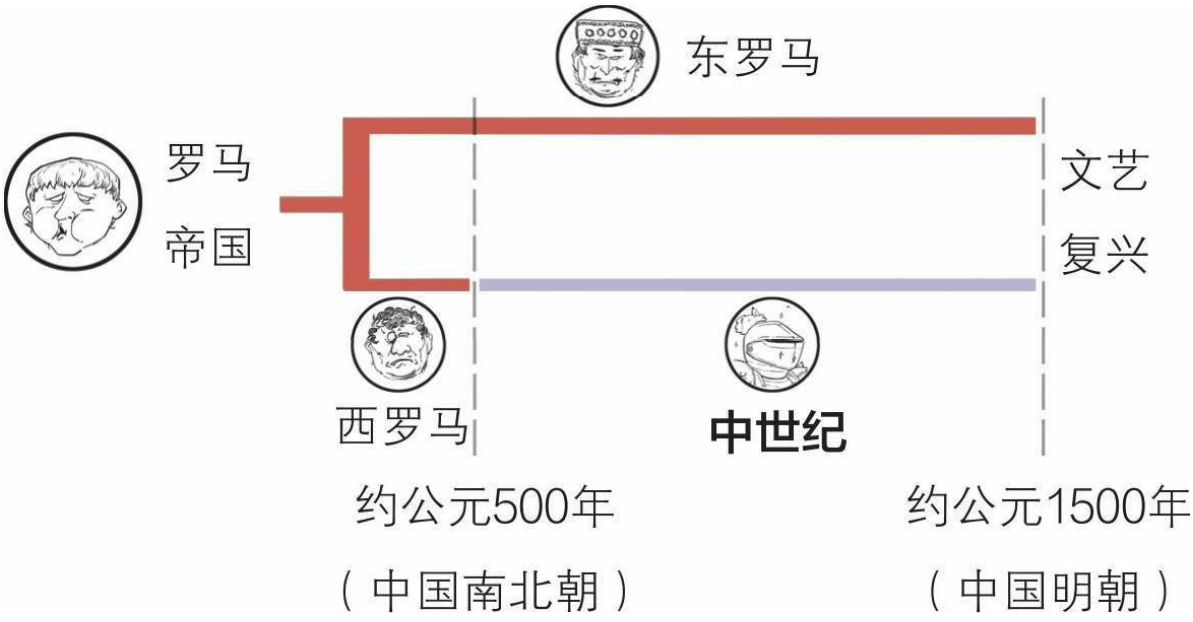
一、从西到东

就在希腊文明吃着火锅唱着歌的时候，欧洲发生了一件大事——罗马人被麻匪给劫啦!

北方蛮族接连攻击罗马帝国，引发战乱不断，后来罗马帝国干脆啪一下，分成了两半：



从此，欧洲进入了一个漫长的时代——黑暗的中世纪。



乱世之中，老百姓需要信仰来寻求安慰，皇帝需要信仰来控制人民，于是潜伏了几百年的基督教成了欧洲社会的主流。

于是，一个新的局面开启了——基督教的神学就是电，就是光，就是唯一的神话。而科学呢？成了唯一的笑话。

在这个神学至上的时代，代表着先进科学的希腊文明，自然会遭到各种迫害。咱们举两个例子：

1. 亚历山大图书馆藏有无数珍贵的资料，相当于希腊文明的藏经阁，七十二绝技全在里面。但是，历经宗教打击和各种战乱，最后全被烧毁，灰都没剩下。

亚历山大图书馆经历过数次大规模破坏，据说最后彻底毁于阿拉伯帝国之手，不过此事尚存争议。

2. 亚历山大城里有世界第一位女数学家希帕蒂亚，因为不信基督教，宣传自己的科学，受到基督徒的憎恨，最后竟然被狂热的基督徒残忍杀害。

有部电影叫作《城市广场》，讲的就是希帕蒂亚的故事，大家有兴趣的话可以看看。

希腊科学的发展进程，在西欧算是中断了，而东罗马帝国虽然收藏了很多希腊的真题，但也没怎么研究，没啥大发展。

希腊科学在欧洲是混不下去了，但西方不亮东方亮，从东方的大漠风沙中，蹿出来一群大佬——阿拉伯人。

在阿拉伯人爆发小宇宙之前，世界的形势是这样的：

阿拉伯人那地方，条件太恶劣，全都是沙子，想玩泥巴都没水，那叫一个穷。

阿拉伯人本来属于游牧部落，散布得到处都是，后来出了个大咖穆罕默德，创立了伊斯兰教，通过统一信仰和思想，把他们整合起来了。

形成合力的阿拉伯人，激发了内心的热血之魂，瞬间横扫世界，建立了阿拉伯帝国。

所以你发现没，这个世界上最锋利的武器从来就不是刀，而是——

在征服了西方的很多领土后，阿拉伯人发现了一个好玩意儿，就是：希腊真题。

阿里巴巴
芝麻开箱！

5年希腊
3年罗马

接下来，阿拉伯人掀起了一场百年翻译运动，竟把希腊真题全翻译成了阿拉伯文!

你看看人家阿拉伯人，为了学习，下了多狠的功夫!

而且好学的阿拉伯人还特意建立了一个教研组，招揽各路人才，专门负责翻译和研究这些希腊真题，这个教研组叫作智慧宫。

在这个智慧宫里，结出了很多智慧果，咱们就说一个人：花剌子米。

阿花精通天文地理，是个全才，他最大的贡献是在数学领域，他建立了代数学，写了好几本数学著作，后来传入西方，甚至成了教材，他也因此被称为代数之父。

阿拉伯数字也是经花剌子米推广后进入数学体系中的，不过，这些数字其实是印度人发明的，只是欧洲人误以为是阿拉伯人发明的，所以称为阿拉伯数字。

花剌子米的贡献还有很多，涵盖许多领域，是那个时代的学术集大成者，堪称阿拉伯的牛顿。

就这样，希腊真题在阿拉伯人手里发扬光大了，但在它的欧洲老家，却几乎被遗忘。

不过出来久了，总会回家，希腊真题的第二次漂流来了。

二、从东到西

伊斯兰教越传越广，穆斯林们越来越强大，他们和西方基督世界的矛盾也愈演愈烈。

后来，穆斯林夺取了基督教的圣城耶路撒冷，东罗马帝国一看打不过人家，就扭头回去叫兄弟了。

西欧这会儿穷得要死，社会矛盾特别激烈，正好可以借这个机会发泄一下。

于是，他们打着上帝的旗号，组建了十字军，千里迢迢跑去跟穆斯林火拼，这一拼，就是两百年。

十字军东征虽然给双方带来了巨大的损失，但也使东西方的交流更为频繁。

这时候，西方人发现，阿拉伯人手里有个东西，看着好像挺眼熟啊。

这不是失传已久的希腊真题吗!

不过现在的真题可比原版牛多了，经过阿拉伯学霸们的注释，它已经变成了超级加强版。

阿拉伯人作为世界文化的中介，接受了希腊、东罗马和中国的文化，并逐渐形成了自己的文明。他们的文明成果，随着东西方越来越多的交流，全都开始向西方传播。

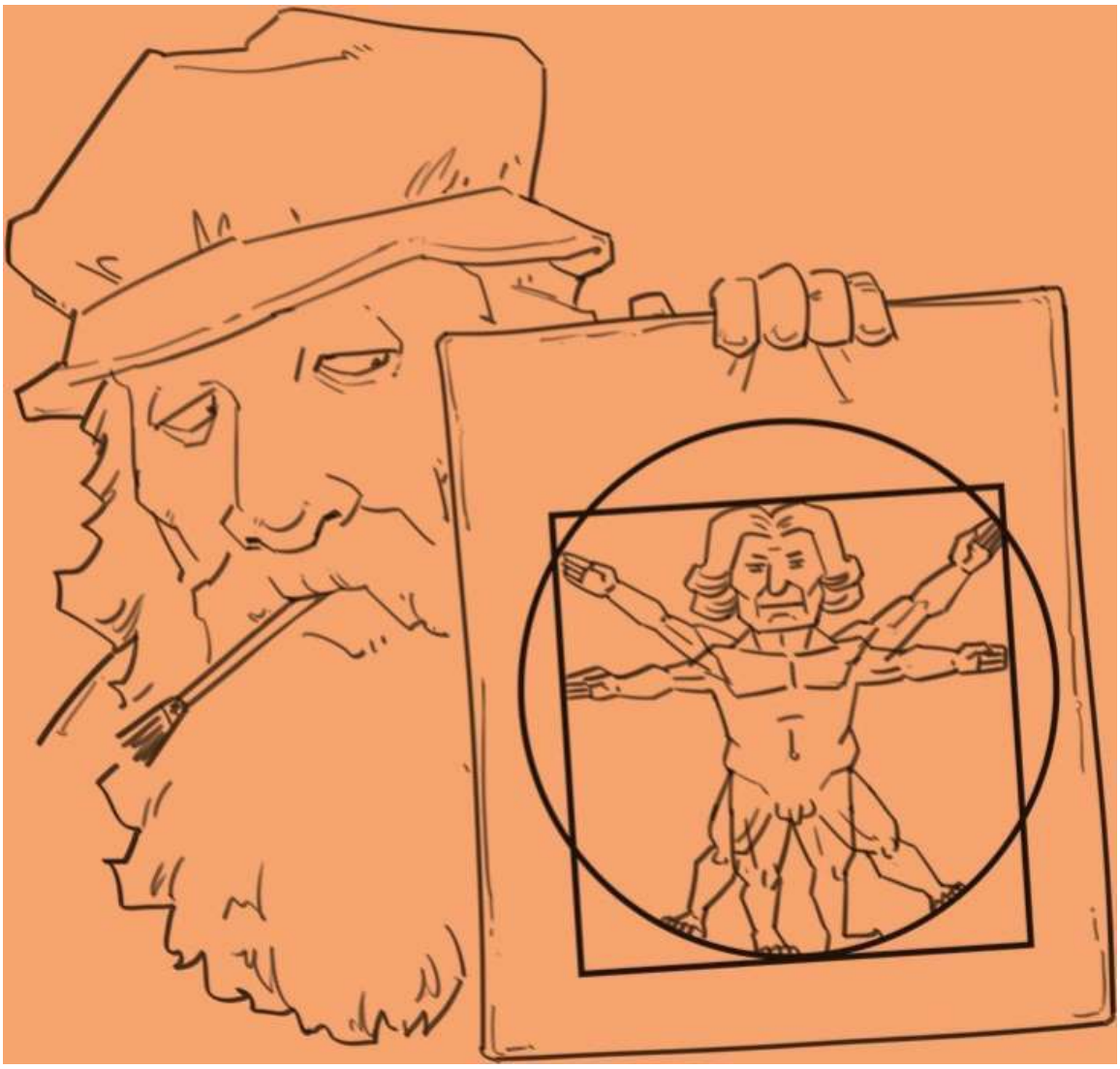
于是西方人又当起了字幕组，把阿拉伯人手里的希腊真题重新翻译回来，这就是第二次翻译运动。

找回了真题的西方人就好像开了外挂一样，这些真题引发了欧洲的学术复兴，也有人叫它第一次文艺复兴，和我们常说的意大利文艺复兴不是同一件事，但它们在时间上是挨着的。不过这还不够，他们还需

要一点加成，具体是啥加成呢？

我们下回继续说!

六、科学的曙光——大学的出现与文艺复兴



上回我们说到，西欧人民终于拿到了老祖宗的真题，但光有真题没用，得有人研究啊，得培养接班人啊，这就需要一个场所，专门用来搞研究、学文化。

这就是大学。

早些时候，传授知识的方式比较原始，主要就是师父带徒弟，一旦师父出了点意外，就很容易导致一些知识失传。

而大学的出现，就完美解决了这些问题，非常有利于知识的研究和传承。

不过，这么一个学术大杀器，为啥偏偏诞生在了当时黑暗的欧洲呢？

说来你可能不信，大学的诞生跟教会有很大关系，虽然当时的教会名声不好，但它为大学的出现提供了两个有利条件。

一、社会稳定

由于教会的存在，欧洲几乎没有发生什么大的战争。

二、有一群时间充足且不愁吃喝的教士

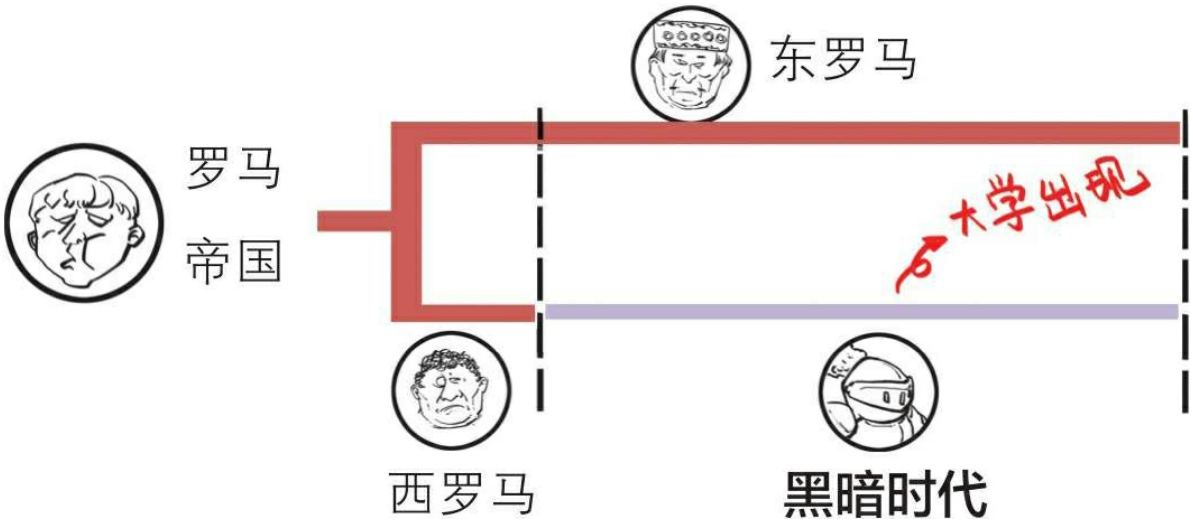
当时欧洲的贵族，都散发着浓浓的文盲气质，有文化的阶级主要是教会里的教士。

在这样的有利条件下，11世纪的意大利诞生了世界上第一所像样的大学——

博洛尼亚大学

1158年，神圣罗马帝国皇帝腓特烈一世还专门为博洛尼亚大学颁布了法令，规定它作为研究场所享有独立性，可以不受其他权力影响。从此，博洛尼亚大学成了有身份的大学。

大学出现的时间，大概就在这个时候：



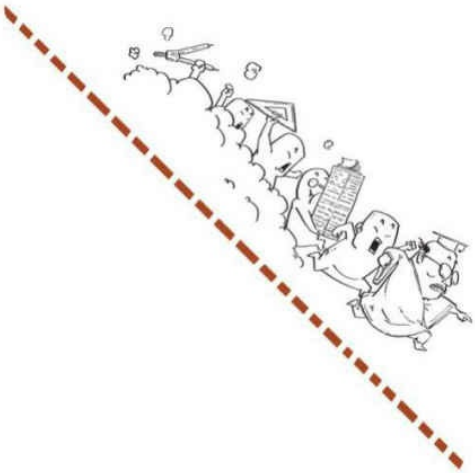
掐指一算，这个时候的中国大约处在北宋时期。

博洛尼亚大学建立后，欧洲大陆上又诞生了很多其他大学，比如：

巴黎大学

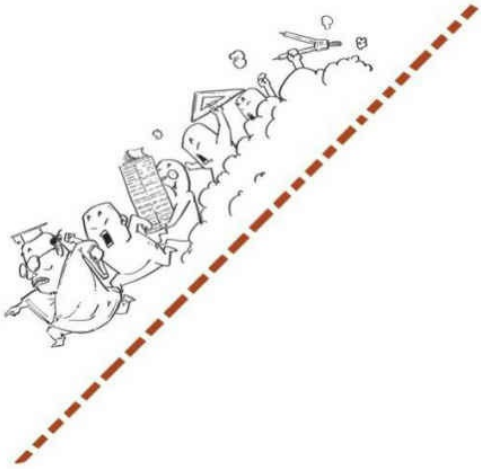
巴黎大学

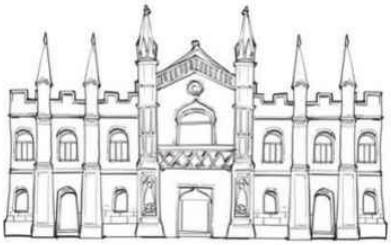
巴黎大学建成后，成了当时最好的大学，欧洲各地的学生和老师都凑到了这里。



牛津大学

但英国和法国是万年的死对头，所以英国人干脆自个儿建了个牛津大学。





剑桥大学

后来，牛津的学生闹出了一桩命案，惹怒了镇上的父老乡亲，一些学生赶紧跑路，找了块地自立门户，建立了剑桥大学。

不过大学的发展也不是一蹴而就，大学建立之后，一些人就开始着手完善校内的各种制度。

举例来说，在早期的大学中，老师不是主导，只是个乙方；真正管事儿的是学生，要是学生对老师不满意，就可以不交学费，甚至还能罚老师的款。

这样下去，学生爽了，但教学秩序就变得十分混乱。

这时候，有个人站出来解决了这个问题，他就是牛津大学第一任校长——

格罗斯泰斯特

在老格之前，教学都是师父带徒弟，学生能学成啥样，完全看师父啥水平。

但老格认为，干教育一定要有体系。

于是老格在授课的时候整出了一套教学大纲，让学校的老师都按照这个大纲去教学生。

这样就可以把教学内容标准化，源源不断地教出具备一定知识功底的人才，实现知识的传承。

学生学的知识越系统，学习效果越好。

再比如早期的大学里人们搞科研，说得学术一点，是靠查资料和推理，说难听点，就是全靠蒙。

这时候，牛津大学又有一个老师站出来了，他就是——

他说，要获得新知识，靠蒙是不行的，必须靠做实验。

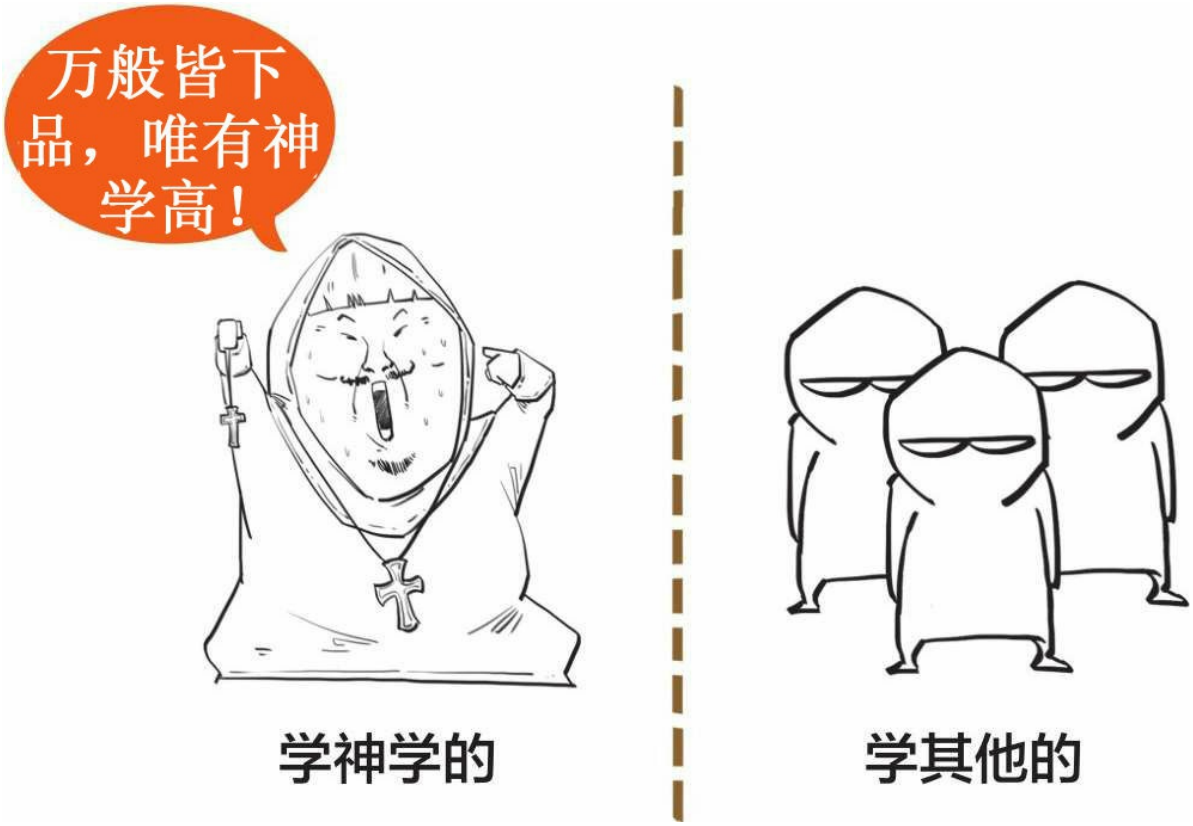
这家伙自己就是个实验狂人，拿手绝活是炼金术，也就是我们所熟悉的化学的前身。

人送外号：奇异博士。

培根后来在一次实验中不幸去世，可以说一生都在践行他的理论。

就这样，格罗斯泰斯特的系统化学习加上培根的实验科学，让大学的发展慢慢走上了正轨。

虽然听上去很牛，但这时候的大学里还没啥正经专业，神学还是主流，在那个时代，大学里只有两种人。



在学神学的人里，有一些比较死心眼，不仅信仰上帝，还非要搞清楚上帝是怎么让这个世界运转的，所以这批人又开始研究自然界的规律：

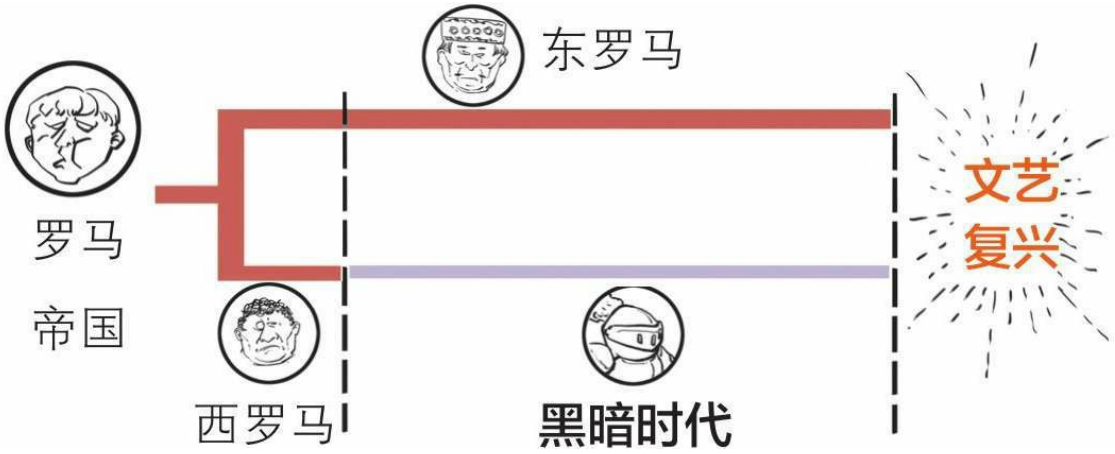
自然哲学

没错，自然哲学发展到后来，就是我们所说的科学了。

科学发展到现在，有了人才，有了搞研究的场所，还有希腊的真题集，可以说万事俱备。于是，欧洲终于迎来了扫盲黄金时代——

文艺复兴！

它和黑暗时期的关系大概是这样：



欧洲人发现，要想有文化，就得全方位大扫盲，于是文学、自然科学、艺术等专业都相继开始发展。

这场扫盲运动就是传说中的文艺复兴。

但无论搞科研还是搞艺术，都不太来钱，所以通常都需要有人赞助，这就不得不提文艺复兴首席天使投资人——

美第奇家族

咋就这么有底气呢？因为文艺复兴的发源地在意大利佛罗伦萨，美第奇家族就是佛罗伦萨的实际掌权人。

这个家族势力很大，家里是开银行的，据说连教皇都把自个儿的私房钱交给他们来打理。

美第奇家族不仅十分有钱，他们还意识到艺术和科学的重要性，于是铆足了劲开始在各个领域撒钱。

出钱让人搞建筑

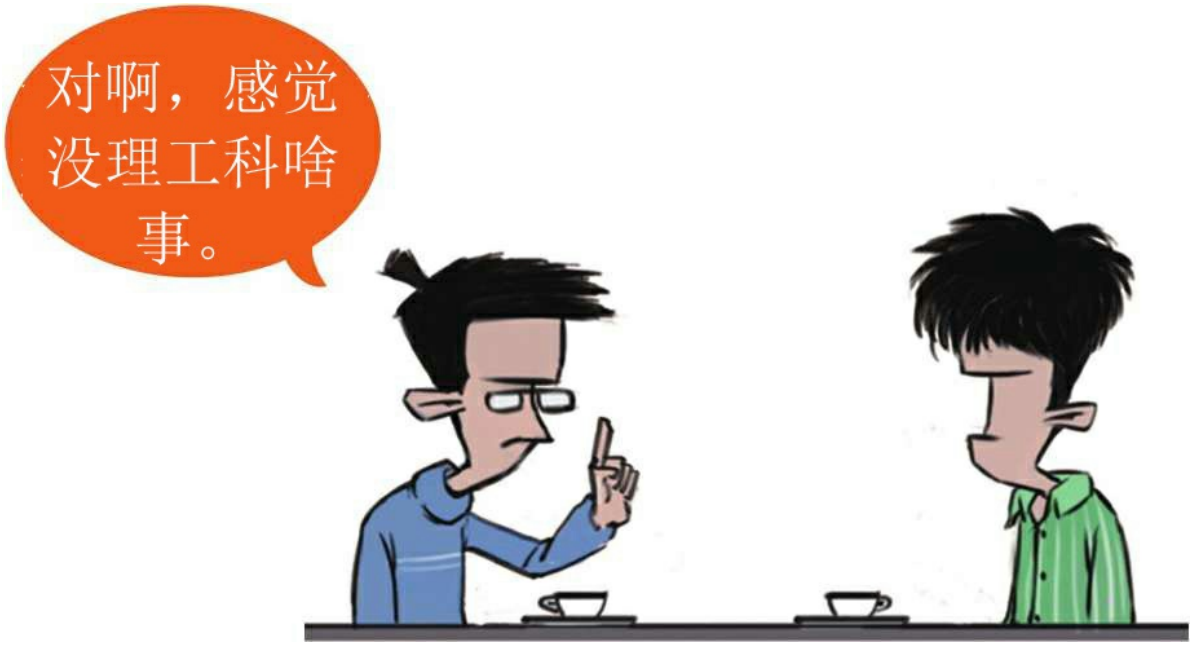
出钱让人搞艺术

出钱建图书馆

出钱资助学者搞研究

所以很多学者感叹，要是没有美第奇家族，估计文艺复兴还得晚个几百年。

不过，今天我们说起文艺复兴，能想起的名人都有谁？写《神曲》的但丁，还有文艺复兴三杰，是不是感觉都是一帮文艺青年？



实际上，文艺复兴也是科学的复兴，不信，混子哥给各位举几个文艺复兴时期的科学小狂人。

第一个就是我们熟知的达·芬奇。

话说达·芬奇非常喜欢做实验，他的人生格言就是：能动手，尽量不吵吵!

这就非常符合科学的精神作风，比如他为了搞清楚人体结构，曾亲自动手解剖尸体来研究。

不仅是达·芬奇，据说雕塑家米开朗琪罗也解剖过尸体，所以我们今天看到的文艺复兴时期的画啊、雕塑啊，都很真实。

达·芬奇把他的研究成果画成了图纸，对后来的解剖学产生了很大影响。

所以从达·芬奇的例子我们能看出，如果一个人会画画，还学识渊博，请一定要嫁给他!

达·芬奇不仅对解剖学做出了贡献，他还是个多面手，比如他曾经通过解剖鸟类来研究飞行器，设计各种机械装置，等等。

大概也只有这样辉煌的人生，才配称得上文艺复兴三杰之一吧。

拉斐尔　　达·芬奇　　米开朗琪罗

唠完了达·芬奇，咱们再来说说笛卡儿。

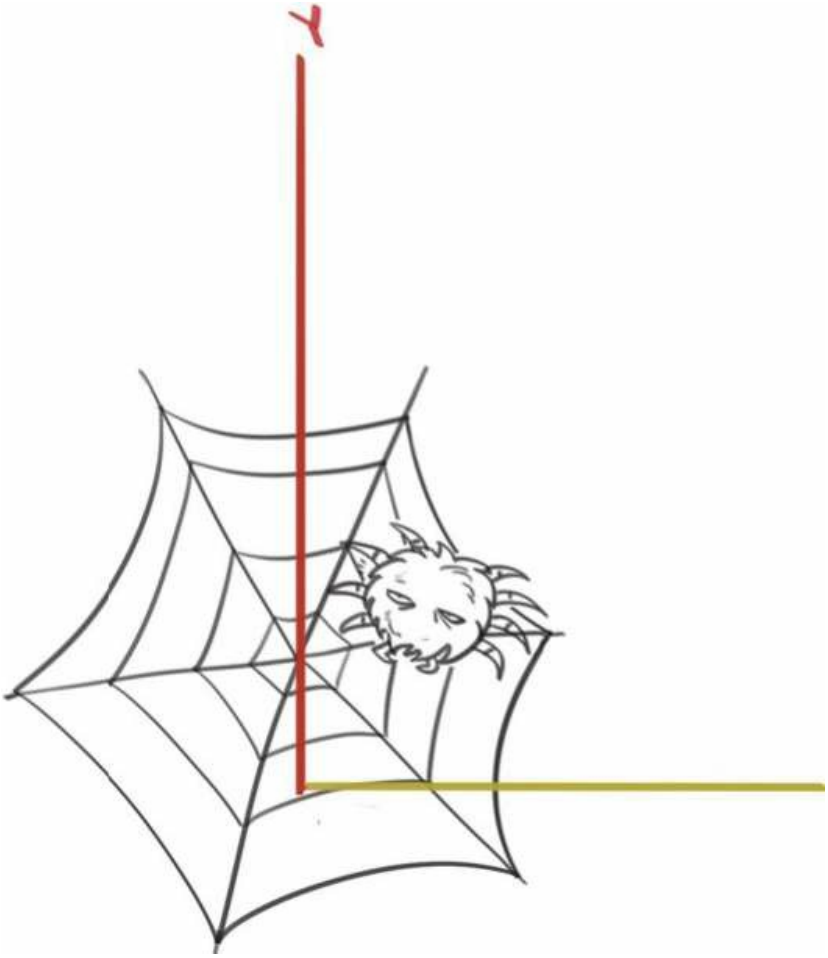
这名字听起来可能比较陌生，但要说到他的成就，估计你就想起来了。

在中学时代把你虐得死去活来的直角坐标系，就是他搞出来的。

据说直角坐标系的产生和蜘蛛还有点关系。最初代数和几何没法统一，因为代数是抽象的数字，而几何是明明白白的图形，那咋把这俩结合起来呢？

有一次笛卡儿看见墙角的蜘蛛，爬前爬后，爬左爬右……

他灵机一动：要是把墙角的线变成数轴，蜘蛛在哪个位置不就确定出来了吗？



于是，直角坐标系诞生了。从此，代数能表示几何，几何也可以表示代数。这为数学发展做出了伟大的贡献。

在数学里过足了理科生的瘾，笛卡儿又跑到文科生的领域撒欢。

哲学史上那句很有名的“我思故我在”就是他说的，这句话解释起来比较复杂，了解一下就好。

总之，在文艺复兴的时候，还有很多科学怪才。

比如提出光的波动说的惠更斯；

比如提出血液循环理论的哈维；

比如实验科学的创始人，近代归纳法的创始人——弗朗西斯·培根。

还有梅森、玻意耳、伽桑狄、罗伯特·胡克、列文虎克、弗拉姆斯蒂德、莱布尼茨、帕斯卡、吉尔伯特等人。

这些大牛一个接一个出现，意味着前方正酝酿一场风暴，一个新的时代就要到来……

欲知后事如何，请看下回：

《宇宙天团的中心位之争——哥白尼革命》！

七、宇宙天团的中心位之争——哥白尼革命

话说西欧文艺复兴后，各行各业都忙着闹革命，而这一革，就革到了科学圈，革出一件足以改变人类文明进程的大事——

哥白尼革命

提到哥白尼，如果你只知道日心说，那就太落伍了。

事实上，这场革命不仅颠覆了大家的三观，还提出了一套认识事物的新方法、新观念。

参与这场革命的人很多，个个都是一等一的高手，其中有五位尤其重要，他们分别是：

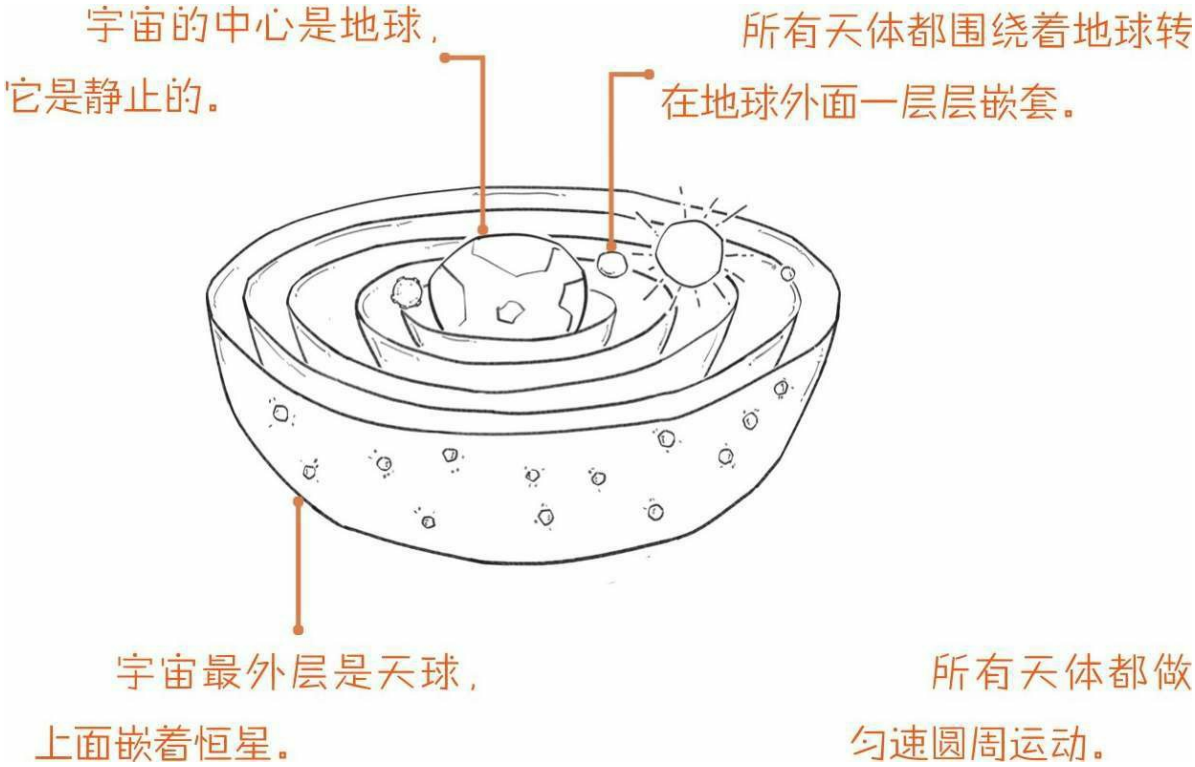
开普勒　第谷　哥白尼　伽利略　牛顿

在接下来的几篇里，混子哥将带大伙儿沿着这五位大佬的足迹，来看看这场革命的来龙去脉。

首先，让我们来看——

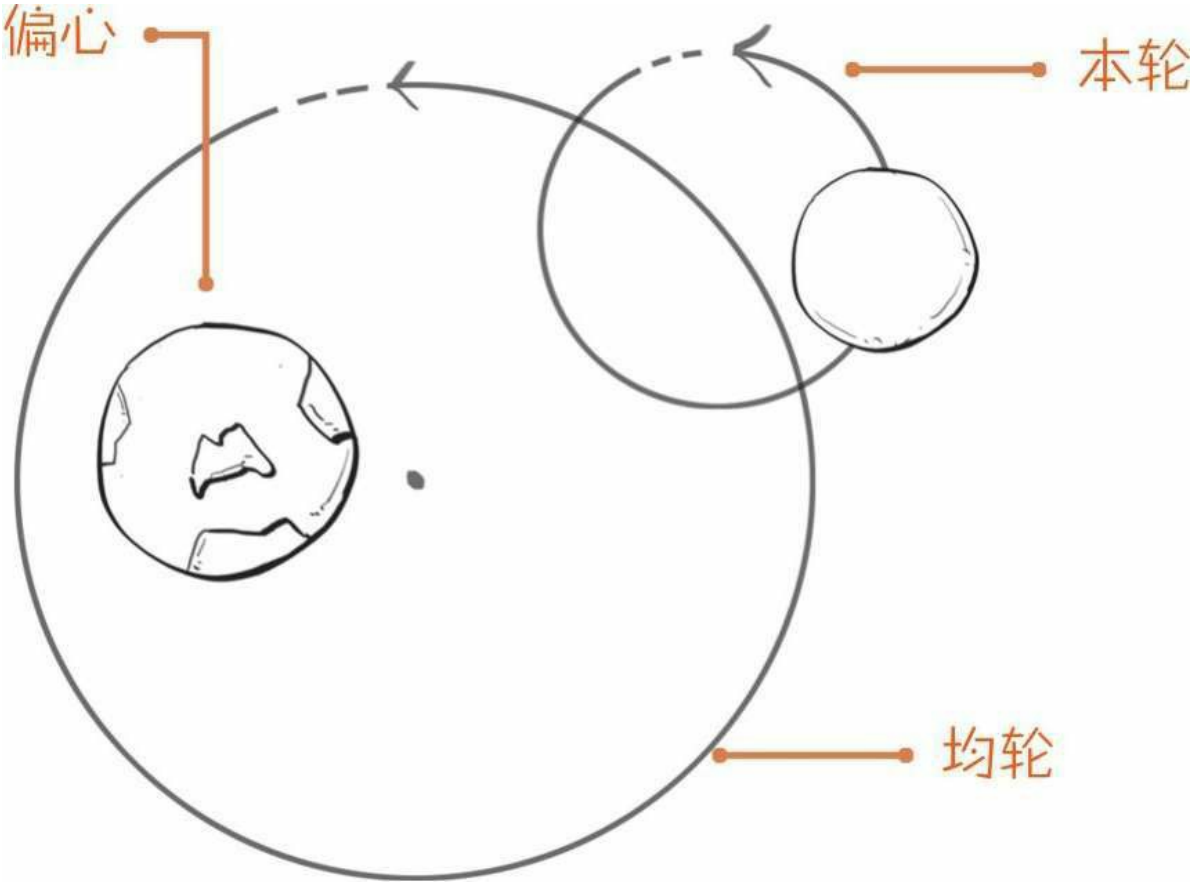
哥·革命先驱·白尼

首先，让我们把进度条往回拉拉。话说在古希腊时代，先后有几位大神奠定了地心说。



后来因为观测现象和理论预测差太多，托勒密等人对这个模型进行了修正。

加了许多轮子校正理论，还让地球稍微往边上挪了挪。



这还没完，随着观测数据越来越多，为了让地心说更合理，轮子也越加越多，多到大家都开始怀疑人生。

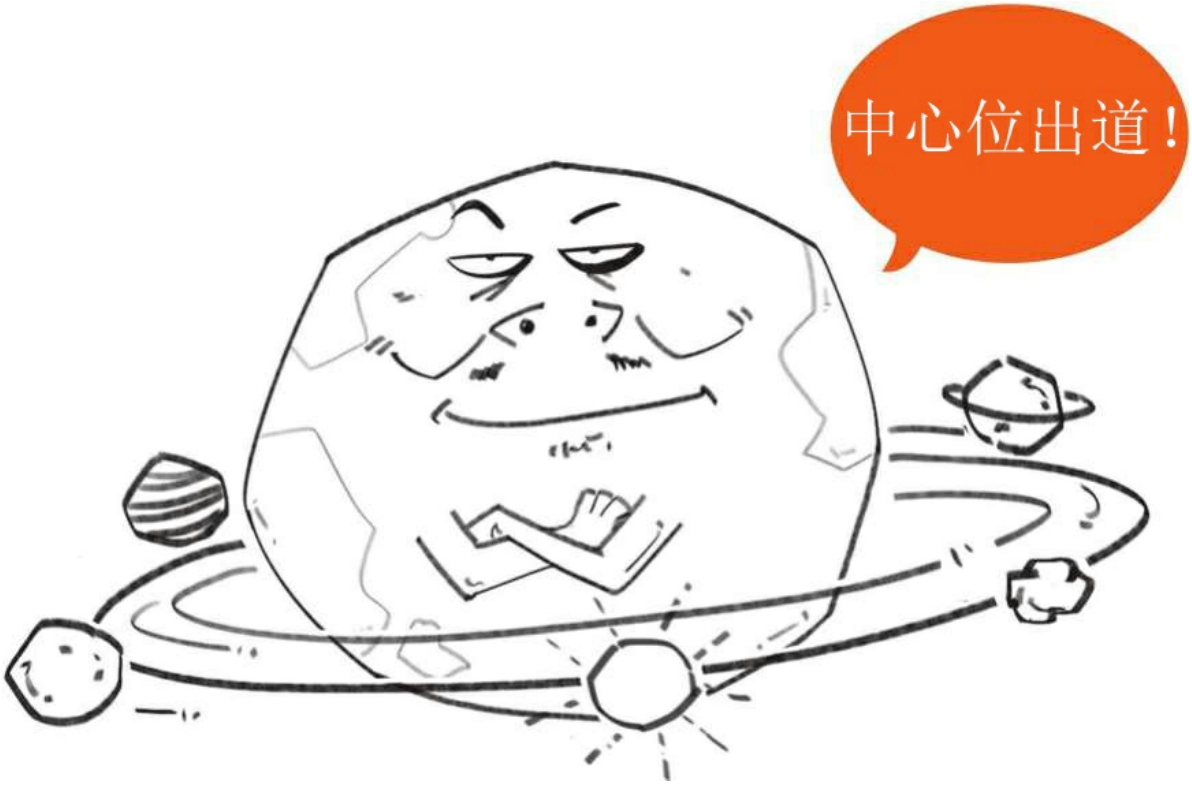
据说连当时的人都不相信上帝会创造出这么复杂的宇宙。

到底是哪儿出了毛病呢？

小学生都知道，如果有道题一堆学霸解了上千年都解不出来，

那肯定是题出错了！

地心说之所以会变得如此复杂，就是因为所有假设的前提都是“地球是宇宙的中心”。



那有没有可能，地球根本不是宇宙中心呢？

一个波兰学霸就冒出了这个疑问，他是——

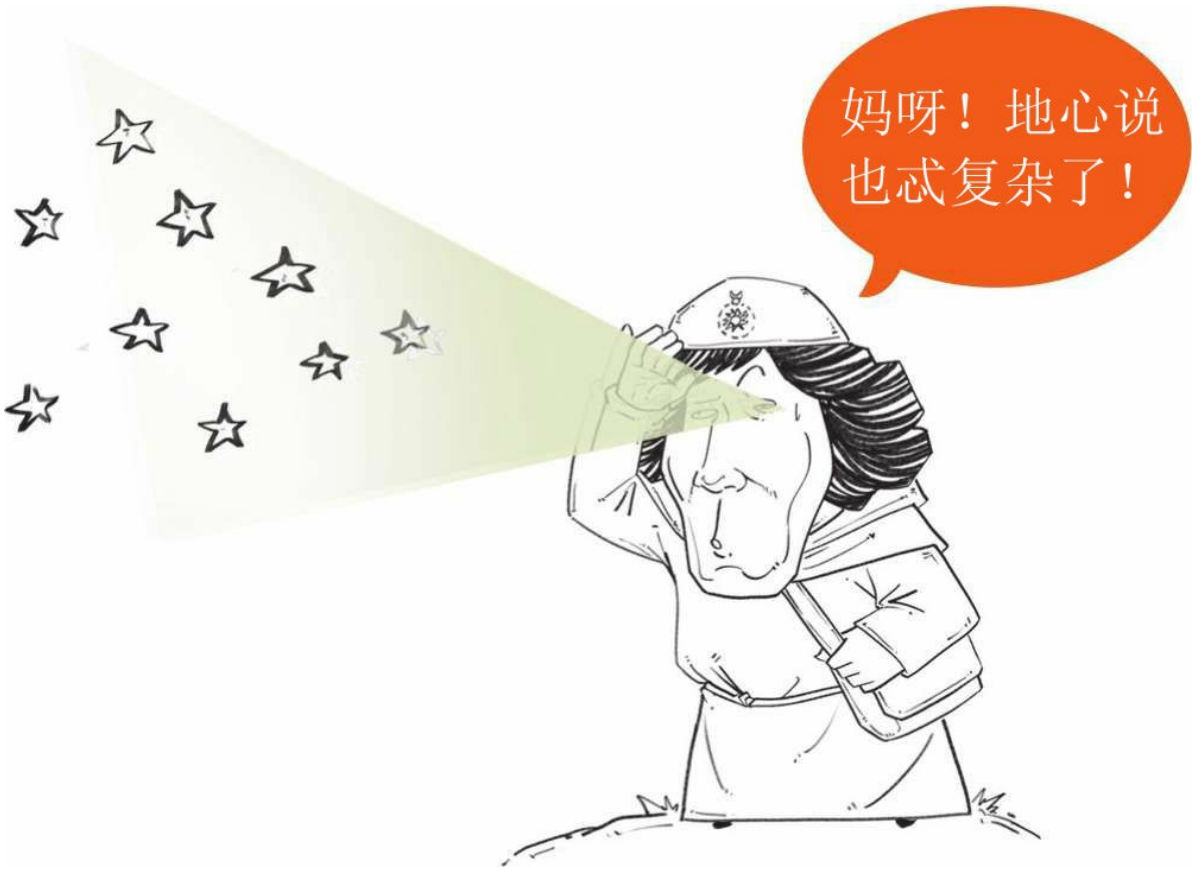
尼古拉·哥白尼

哥白尼出生在波兰，大学毕业后，为了追求更高的学术造诣，他跑到了文艺复兴的中心意大利留学。留学期间，小白翻阅了大量古希腊经典，从一本冷门书籍中得到启发。

阿里斯塔克在公元前270年就提出日心说的猜想，只是没建立起像样的数学模型，也没有观测数据和实验证据来支持自己的理论。

小白留学归来后，找了个教会的工作，除了日常打卡上班，还经常搞些天文学研究。

他给自己弄了个天文台用作观测，他越观测，就越觉得哪里怪怪的。



于是，他有了一个大胆的想法，把地心说里多余的轮子通通砍掉!

小白发现，如果用太阳取代地球作为中心，可以大大简化宇宙模型，这就是日心说。

于是，经过长年累月的观测及数学计算，哥白尼用毕生精力建立了全新的日心说模型，并写了一本书——

《天球运行论》

温馨提示，这本书也可以翻译成《天体运行论》。

不过，当时毕竟还是教会统治的时代，哥白尼都没敢发表这本书，直到他快去世的时候，这本书才得以出版。

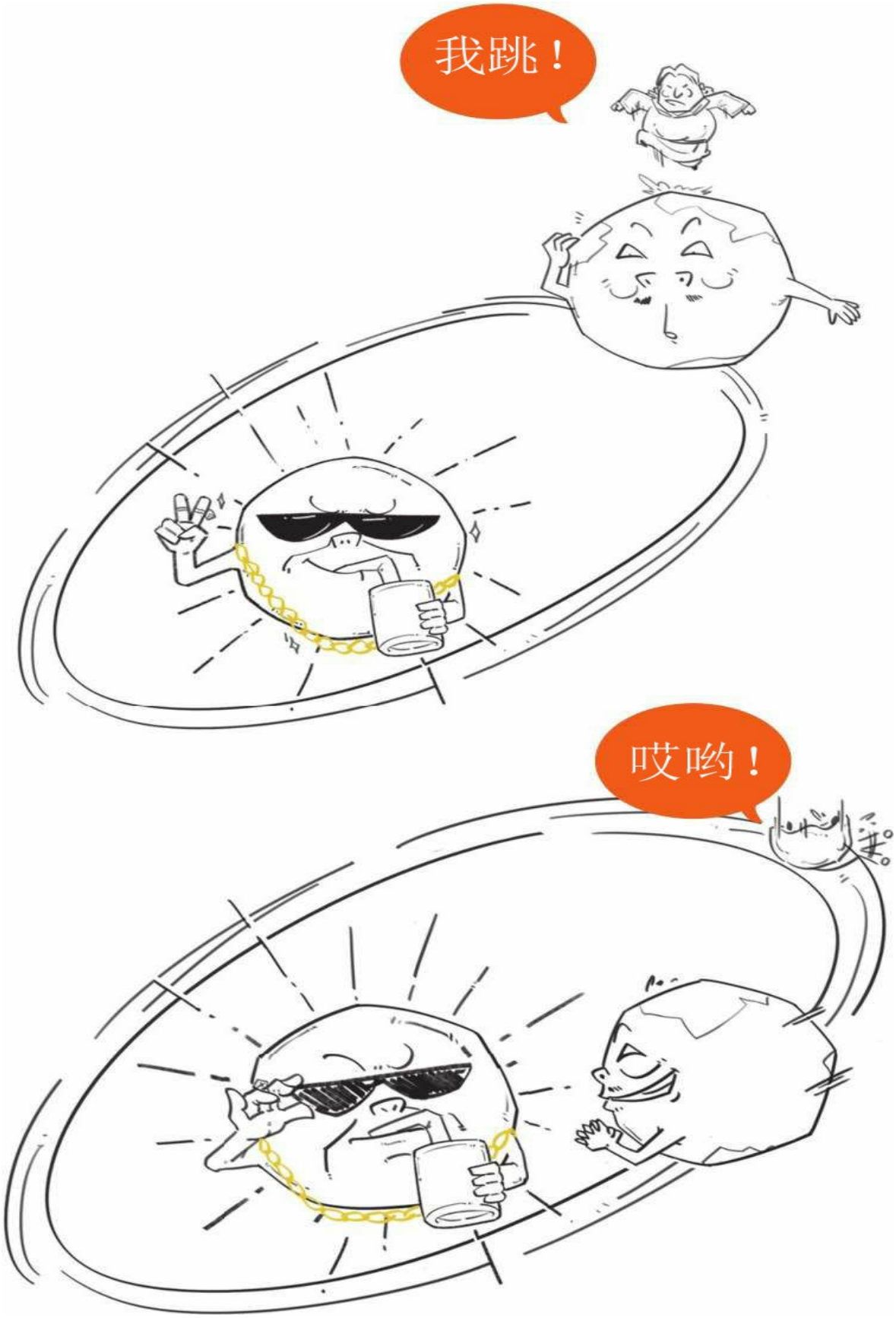
据说哥白尼收到这本书后没几个小时，就静静地去世了。

然而日心说的理论其实还不够成熟，因为还有三个没法解决的问题。

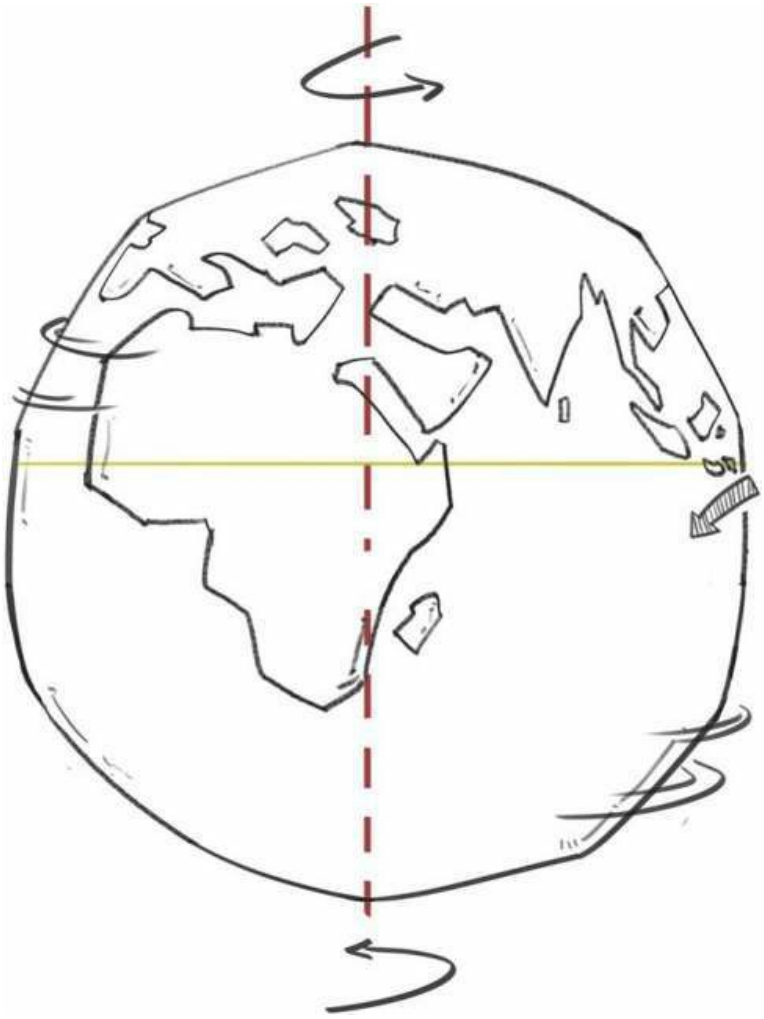
Q1：地动抛物

在地心说当中，地球是静止不动的，而在日心说当中，地球就得动起来，绕着太阳转。

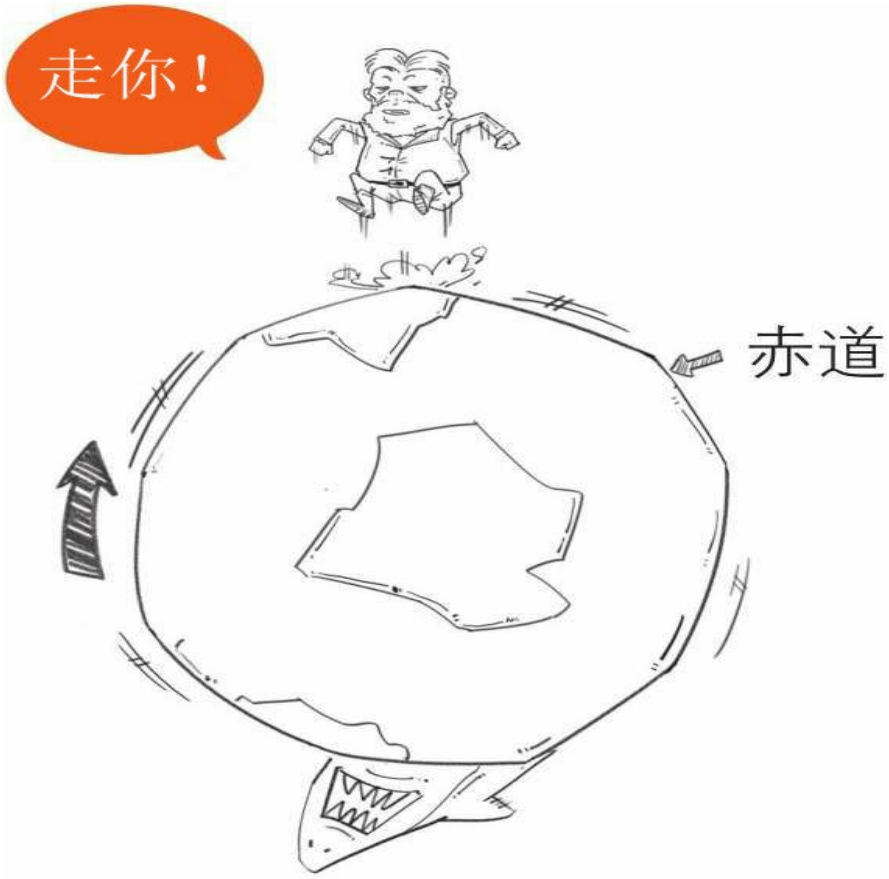
可如果地球是动的，那人跳起来后，不就没法落到起跳点了吗？


我跳！
哎哟！

不仅如此，由于存在黑夜和白天，地球还得自转。



如果自转，也会出现类似的情况，人跳起来后，由于地球自转，落到地面上时也改变了位置。

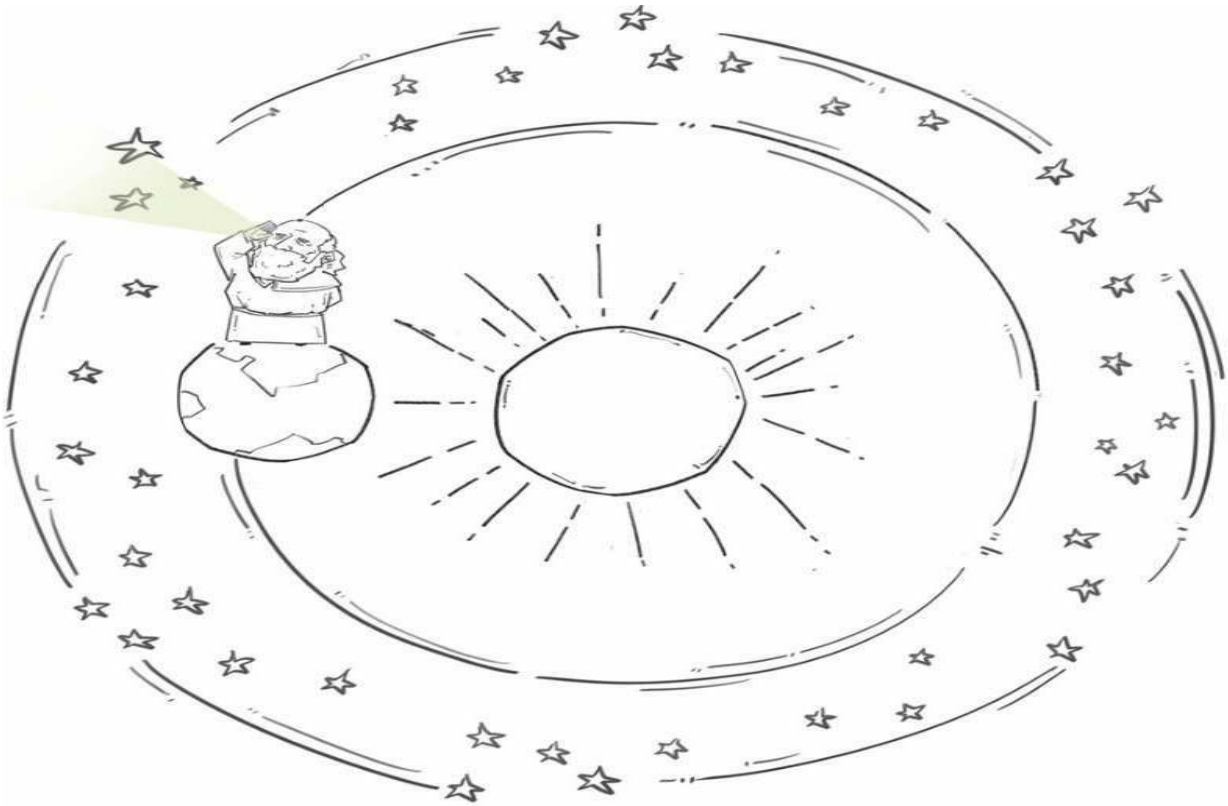

走你！
赤道

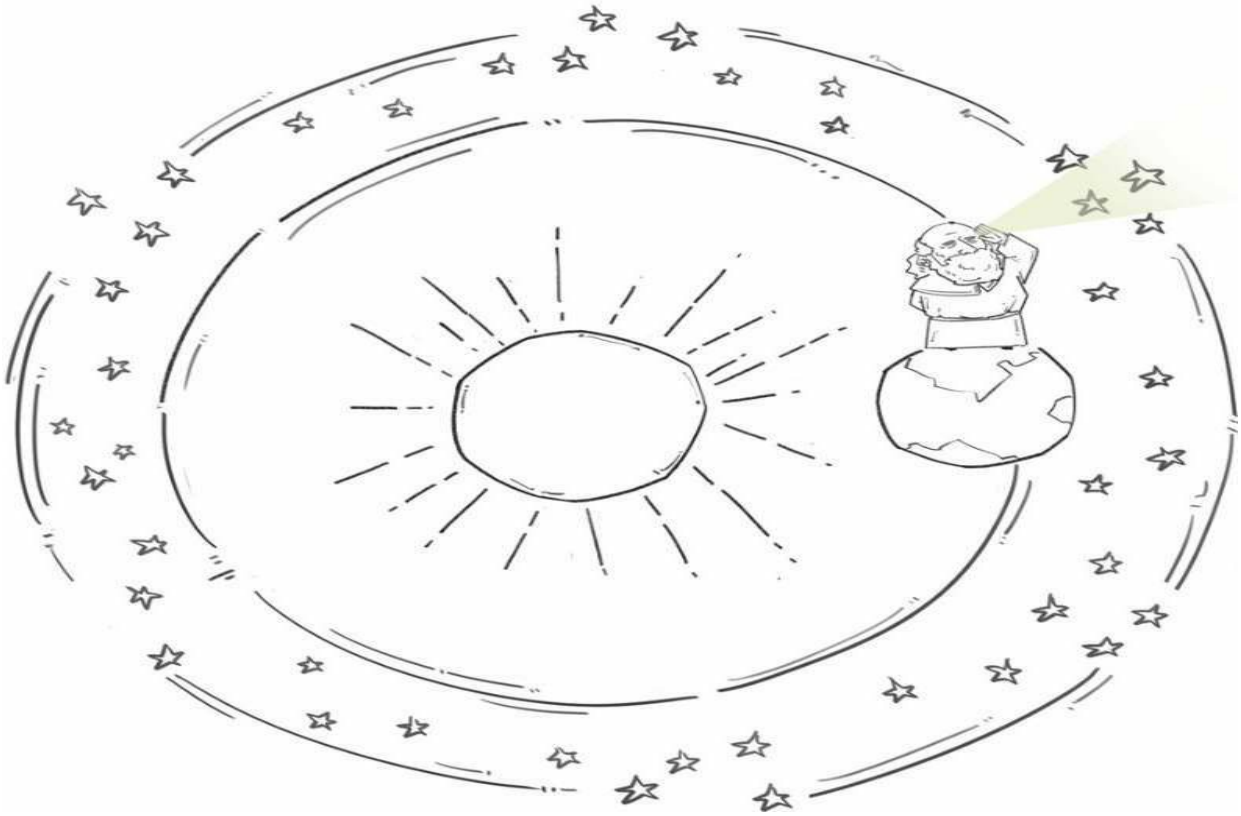
走你！
赤道

这个问题，哥白尼并没能很好地解决。

Q2：恒星的周年视差

此外，如果地球是绕着太阳转的，那地球绕转过程中，看到的星空应该是在变化的。





可实际观测的结果是：人们看到的星空基本不变。

所以，早在古希腊时期就有学者提出，宇宙是完美不变的，不会随着时间的流逝而变化。

哥白尼却认为，宇宙远比我们想象中的大，地球和太阳之间的距离相对于整个宇宙而言，可以忽略不计，因此我们才看不到星空的变化。

这次哥白尼还真蒙对了，如今我们已经证实了这一点。不过这个观点太超前，当时的学者并不能接受。

Q3：准确度不够

地心说有八十多个轮子，虽然日心说与之相比轮子少了点，也还有四十多个呢，而且最重要的是：日心说没有比地心说更准确地描述天体运动。

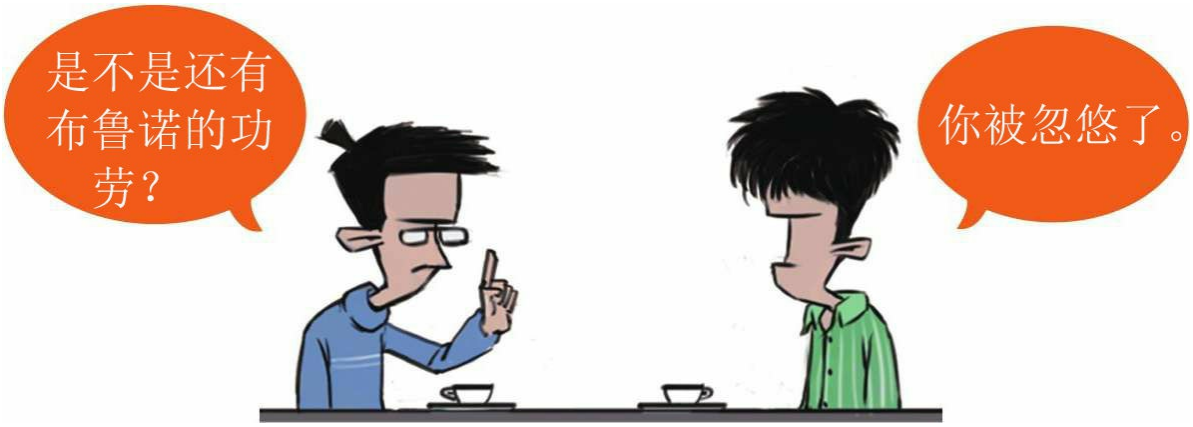
因此日心说也没有被当时的人所接受。

渣渣地心说，能有多准。

你也不咋的！

基于以上三点，哥白尼的日心说实际上并没有撼动地心说的地位。

所以哥白尼的书刚出版时，并没有出圈，只在学术界的小部分人中引起了震动。



布·猪队友·鲁诺

虽然布鲁诺一直以来都被描绘成科学的殉道者，但事实是，他给日心说挖了一个结结实实的大坑。

这是因为布鲁诺其实是个泛神论者，说明白点，就是他不相信世界上存在超自然的神。布鲁诺认为有很多个太阳系，每个太阳系里都有一个不同的上帝。

而他发现日心说正好可以支持他的理论，于是就开始大肆宣扬。

而他发现日心说正好可以支持他的理论，于是就开始大肆宣扬。

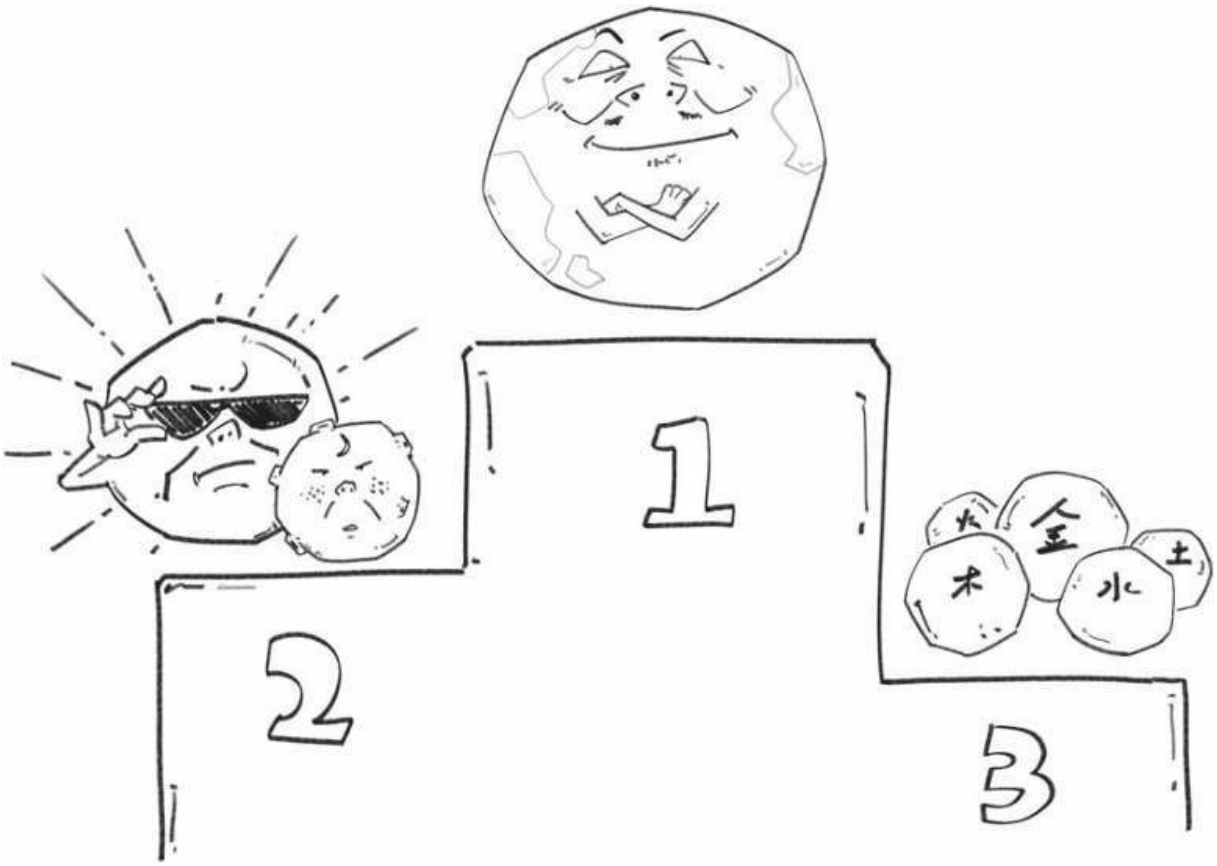
后来教会看不下去了，布鲁诺这简直就是在抢他们的饭碗，于是把布鲁诺活活烧死。

所以，布鲁诺其实是因为宗教信仰而死的。

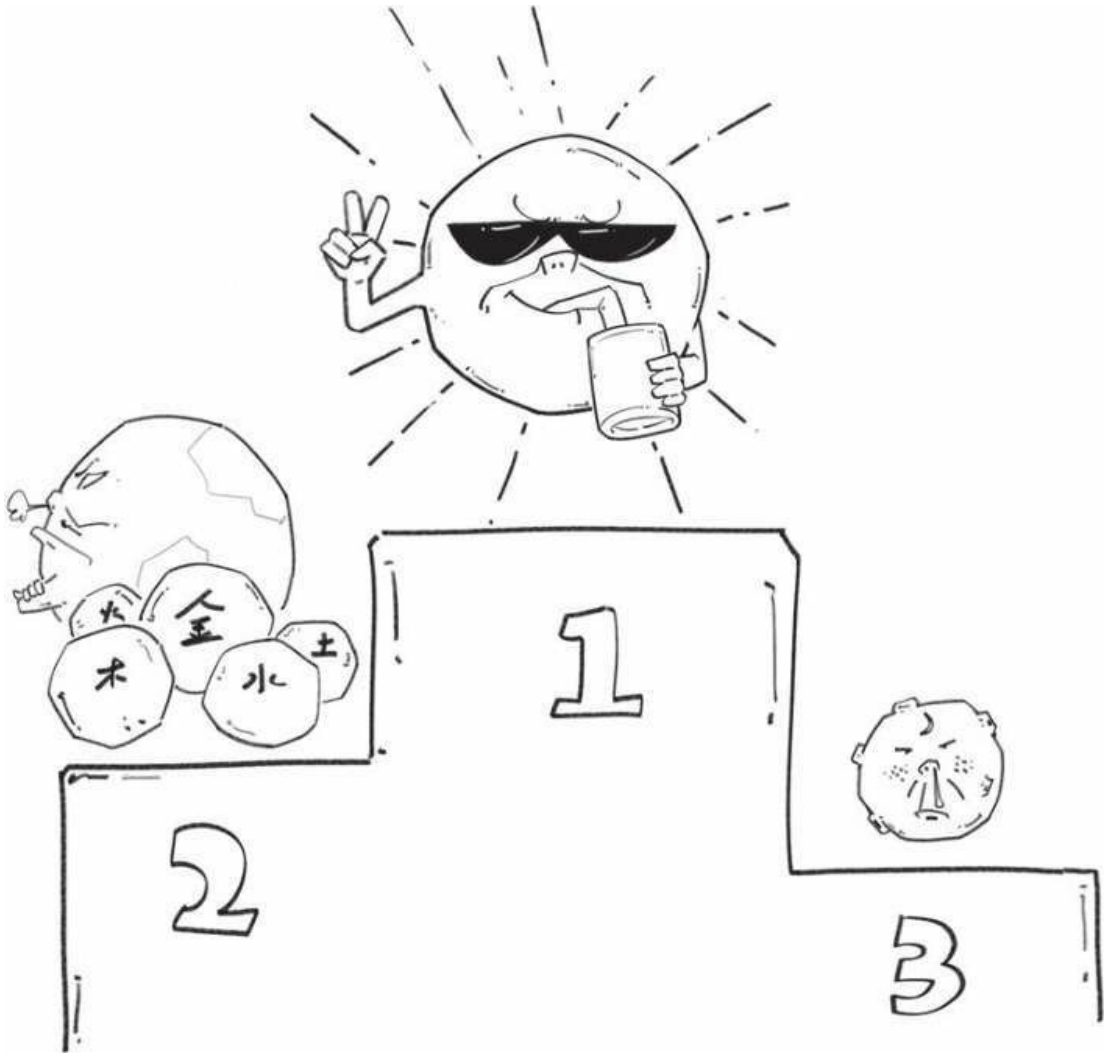
也正是因为布鲁诺，《天球运行论》才被牵连，成了禁书。

不过对于这场科学革命而言，这只是暂时的失败。

日心说最终还是把人类从以自我为中心的最高地位拽了下来。



地球一下子成了一颗普通的行星。



这标志着从人本思想到科学思想的飞跃，也让当时的学者们明白，真理不是一成不变的。因此，哥白尼革命象征着科学的萌芽。

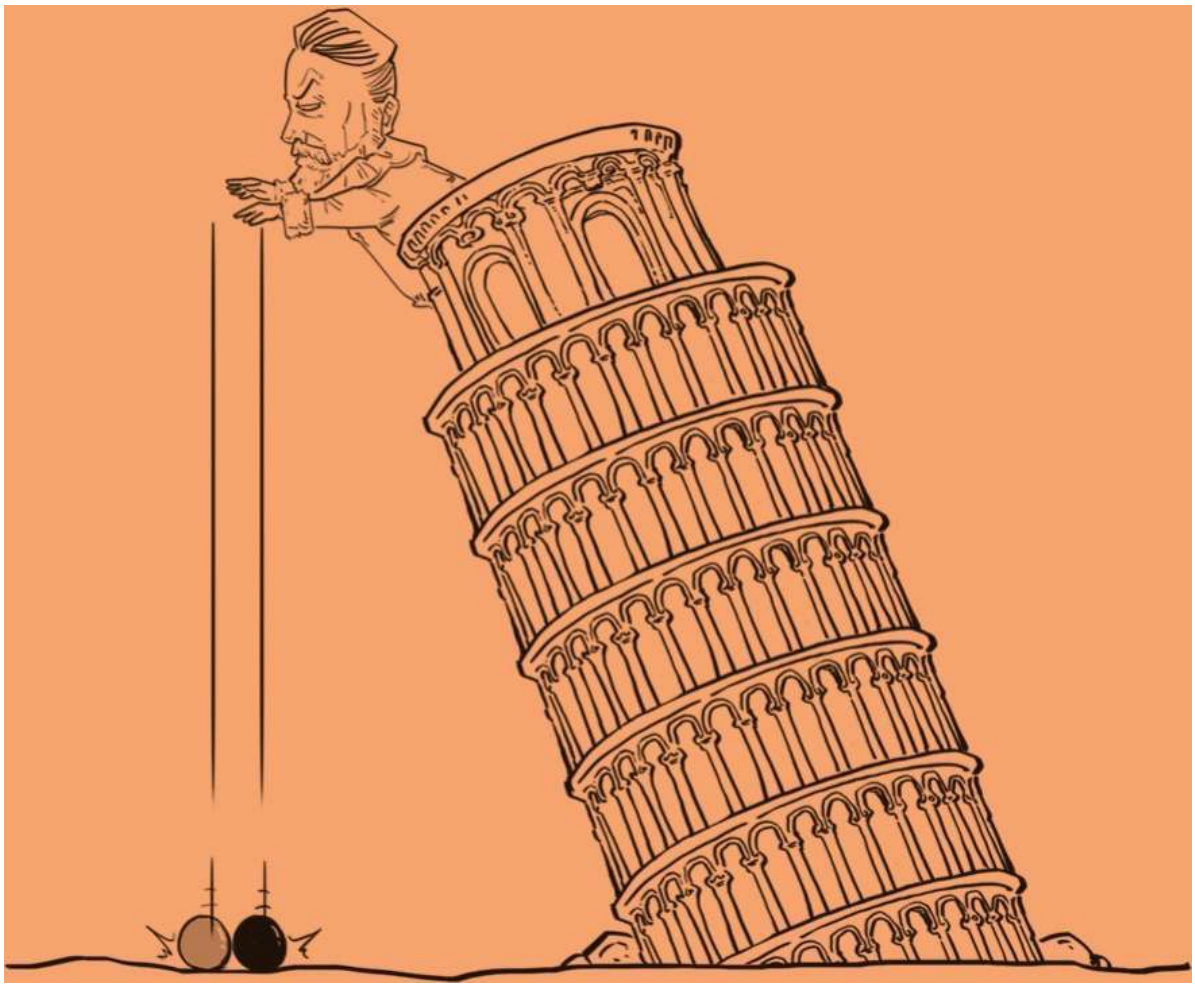
不仅如此，《天球运行论》这部著作还被另外两个天才看到了，他们就是——

伽利略　　开普勒

至于这两人又做了些什么，请看下期：

《现代科学的建立——伽利略》

八、现代科学的建立——伽利略



上篇咱们聊到，虽然日心说看上去很厉害，但也遭到了各路大神的疯狂质疑。

放在大家面前的，是这三大难题：

地动抛物、恒星的周年视差、准确度不够。

如果不解开这三道难题，日心说也就是个空中楼阁，根本站不住脚。

那这些题到底有多难呢？这么说吧，这三道题就是科学家的分水岭，普通科学家拿它们没辙。

能解开的，都是天才！

本篇就让我们来看看解开第一道题的天才——

伽·实验狂魔·利略

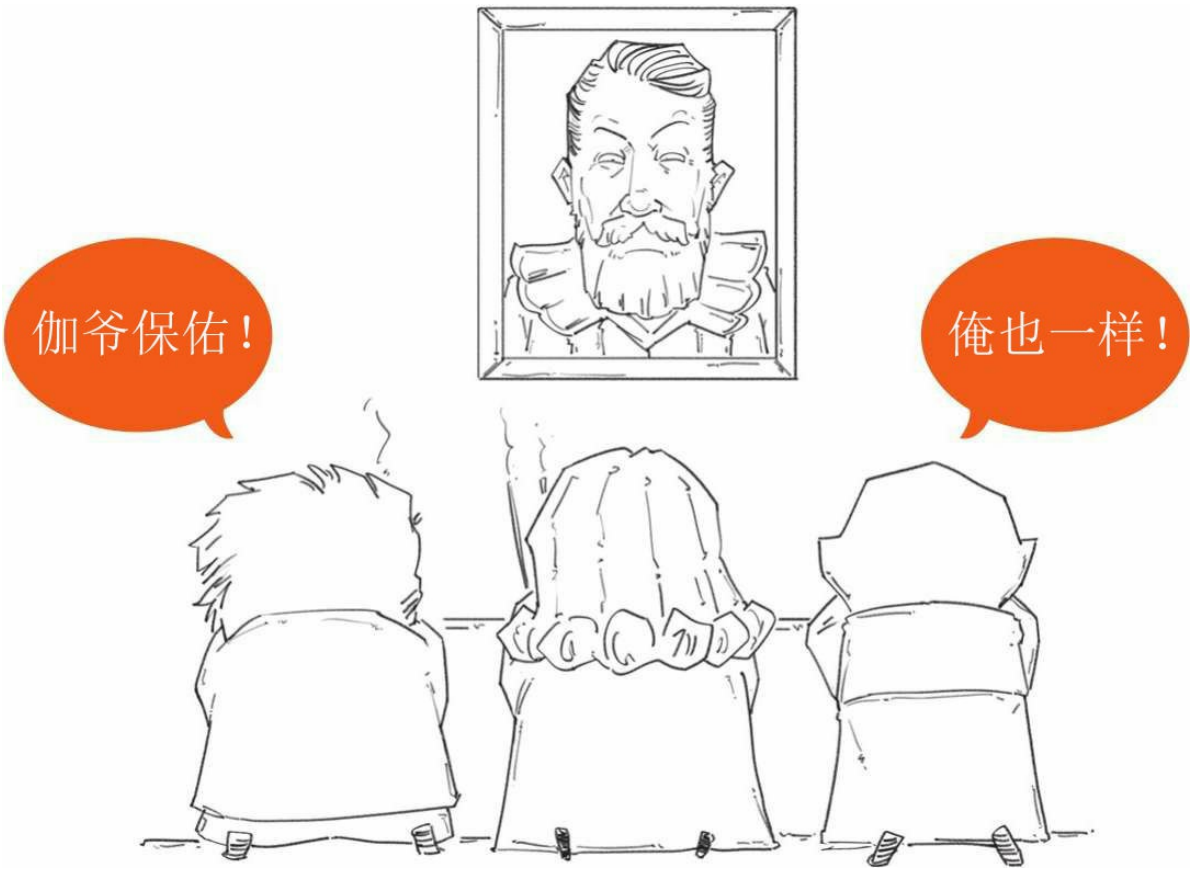
话说科学圈里学霸辈出，通常谁都瞧不上谁，但伽爷却是一朵奇葩，堪称科学史上收到好评最多的男人。

而且点赞的都是一等一的大牛。

比如爱大爷就曾发过这样一条朋友圈：伽利略的科学发现，标志着物理学的真正开端。

霍金大叔也曾说过，自然科学的诞生要归功于伽利略。

因此，伽利略也被看作现代科学的祖师爷，是圈里公认的一代宗师。

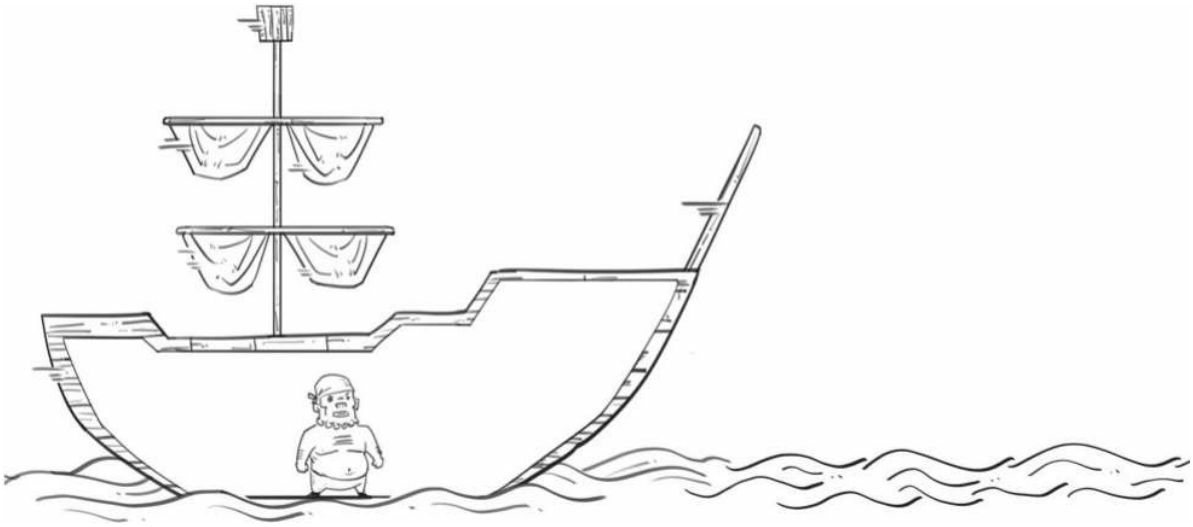


那么，面对日心说的第一个问题——地动抛物，伽爷是如何解决的呢？

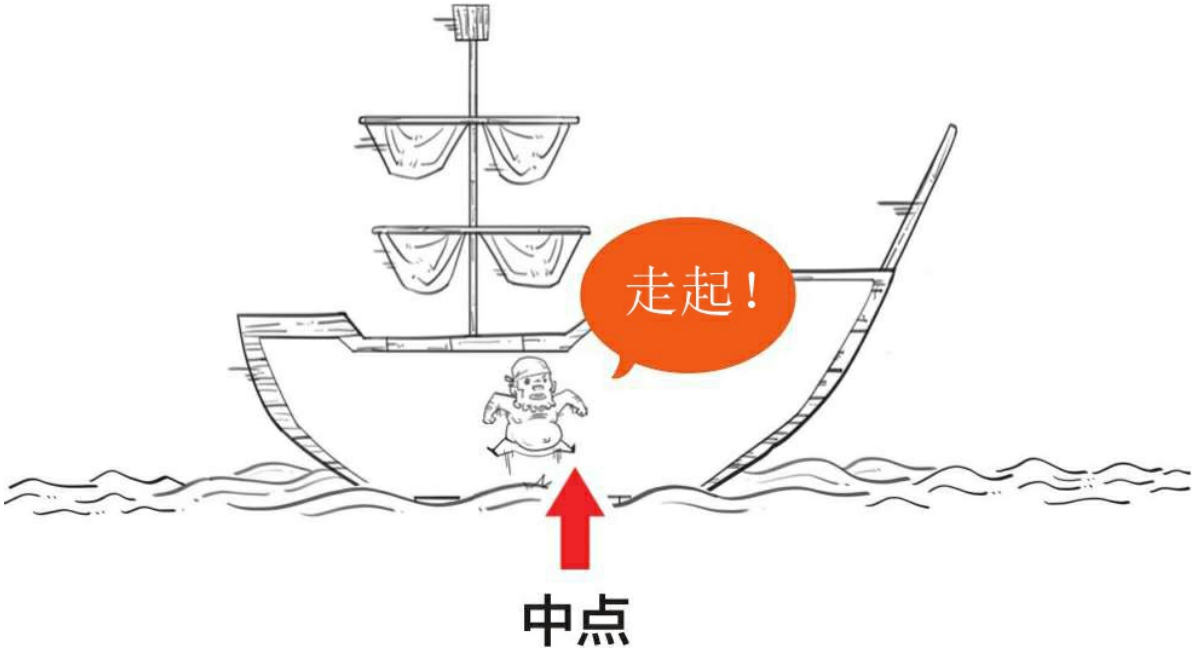
伽利略在一本书中提出了一个著名的思想实验：

萨尔维阿蒂的大船

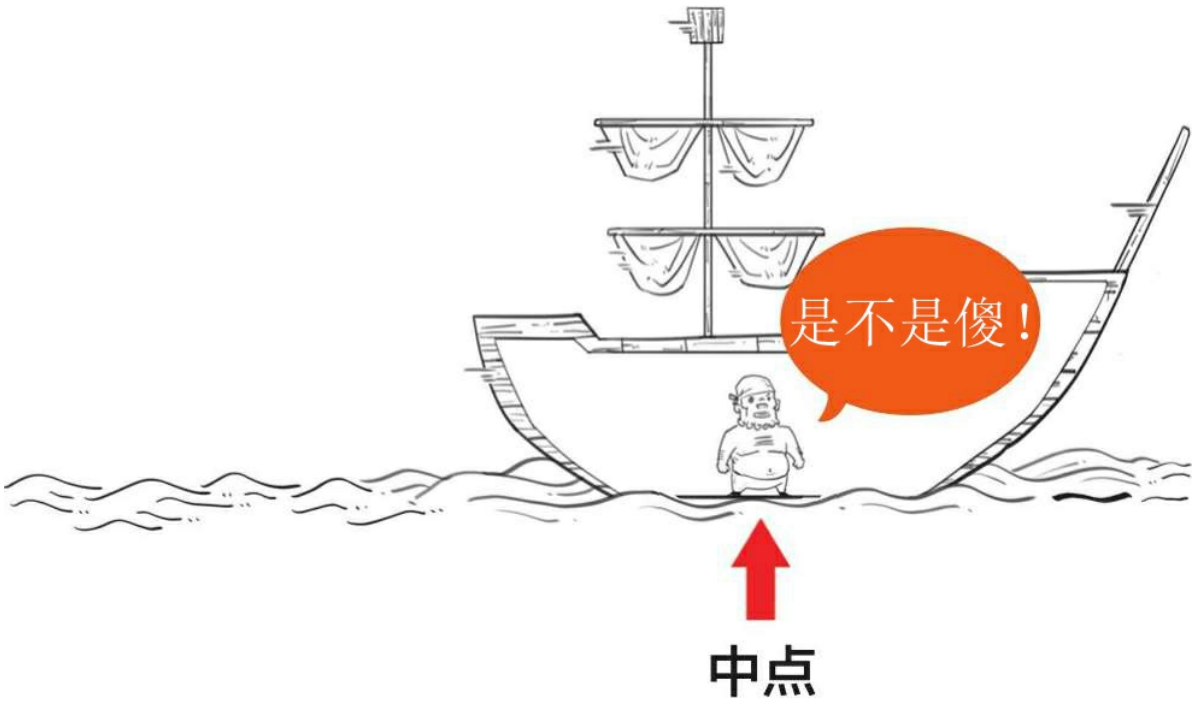
他假想有一艘船，非常平稳地行驶着。



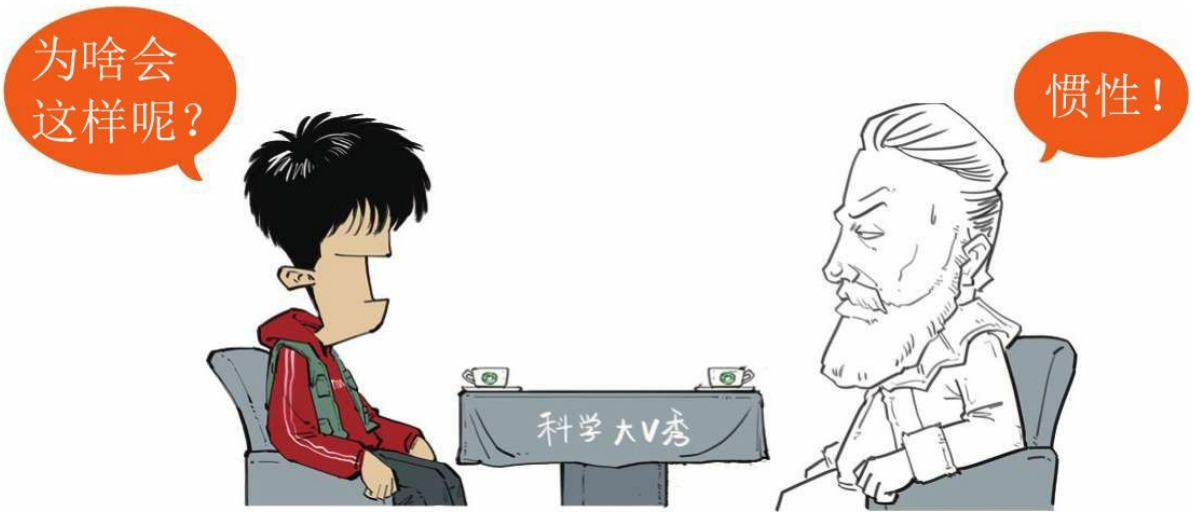
在这个理想的封闭船舱中，一个叫萨尔维阿蒂的人原地起跳。为啥呢？可能就是闲的吧。



虽然船在行驶，但跳起来的人还是会落回原地。



地球就好比这艘船，即使在动，人跳起来也会落回原地。



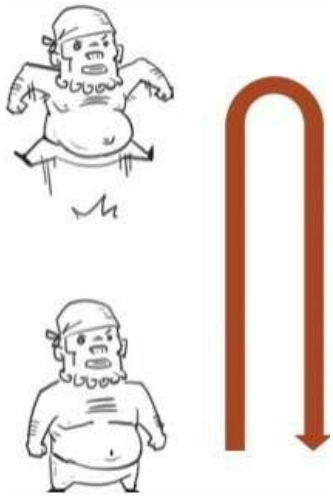
伽利略的时代还没有惯性的概念，他管这个叫“自然本性”。

初中物理学过，所谓惯性，是说所有物体都像宅男，除非有外界因素影响，否则他们只会按部就班地做自己原先正在做的事。

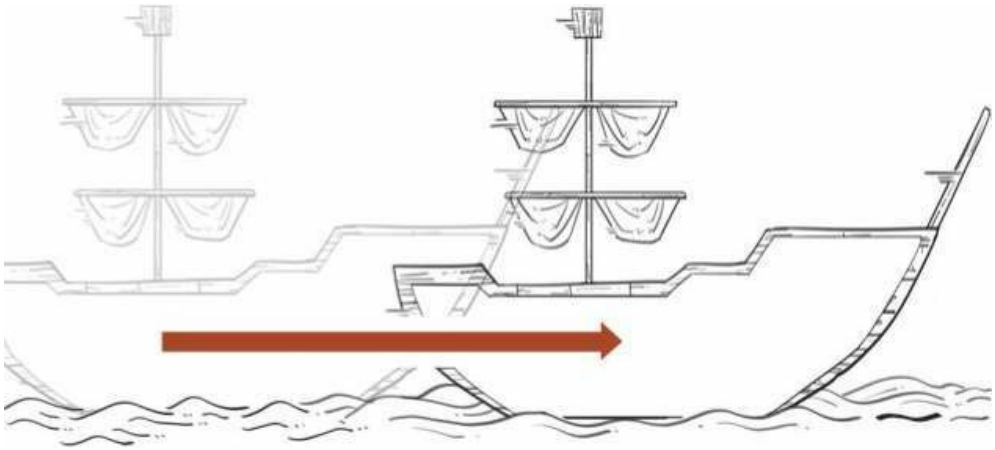
因为船里的人和船都在平稳行驶，所以即使他跳了一下，也会保持原来的运动状态，跟着船一起往前走。

让我们稍微回顾一下初中物理。

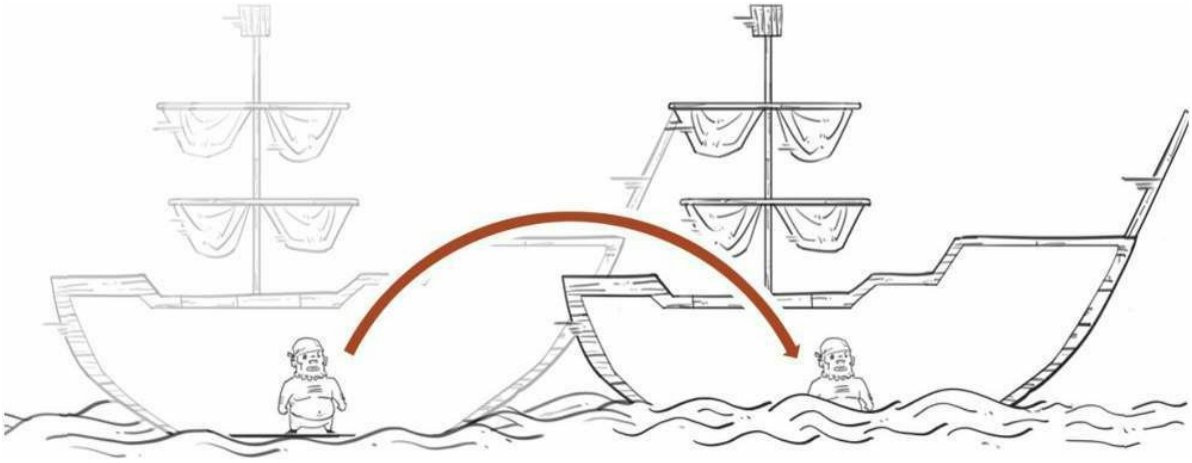
人垂直起跳的运动轨迹是这样的：



平稳行驶的船的运动轨迹是这样的：



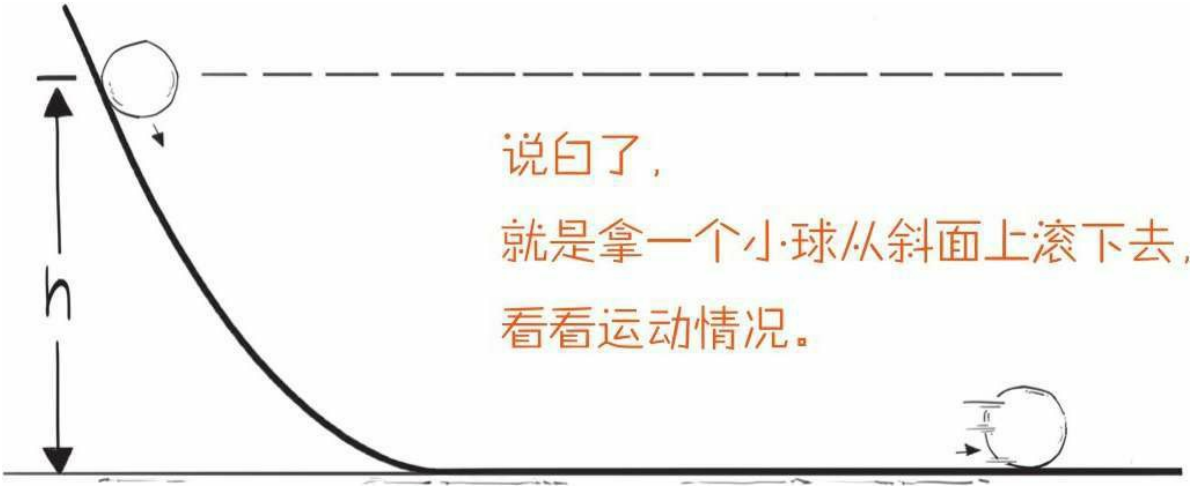
如果人因为惯性跟着船一起运动的话，那就等于把两种运动叠加，于是这个人的运动轨迹就变成了抛物线。



这就是为啥人会落在原地。

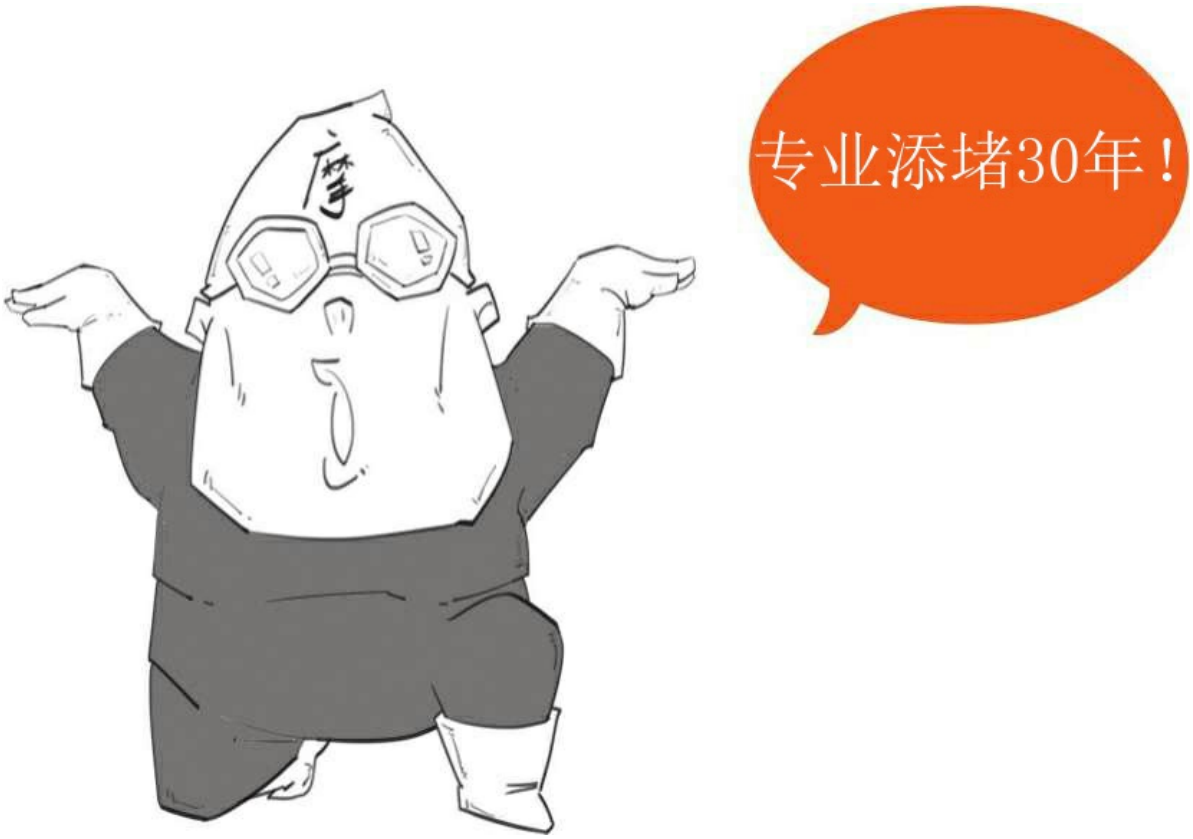
但这毕竟只是个思想实验，动动脑筋、过过嘴瘾，都不足以让人信服，还得用实践证明才行。

为此，伽利略亲手做了一个著名的斜面实验。

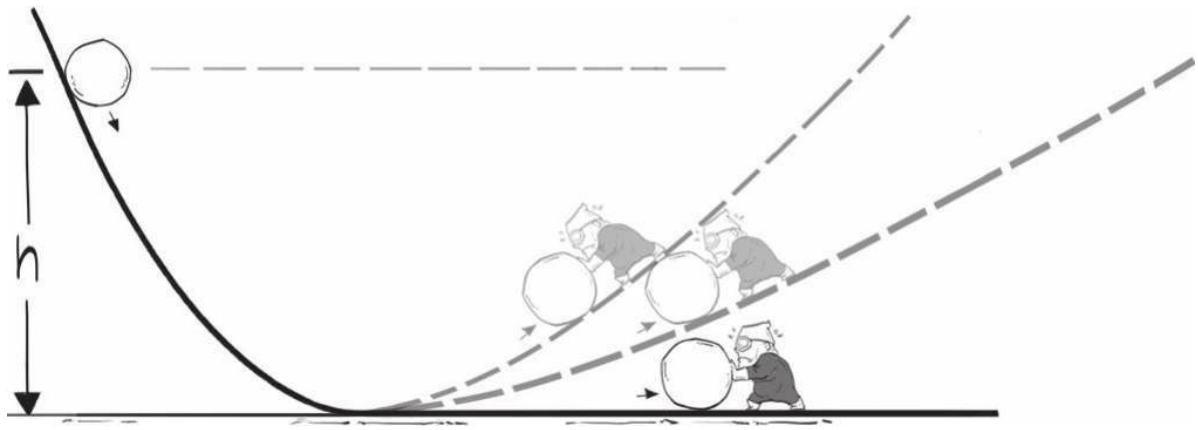


在做实验之前，他找到了一个关键的干扰因素——

摩擦力

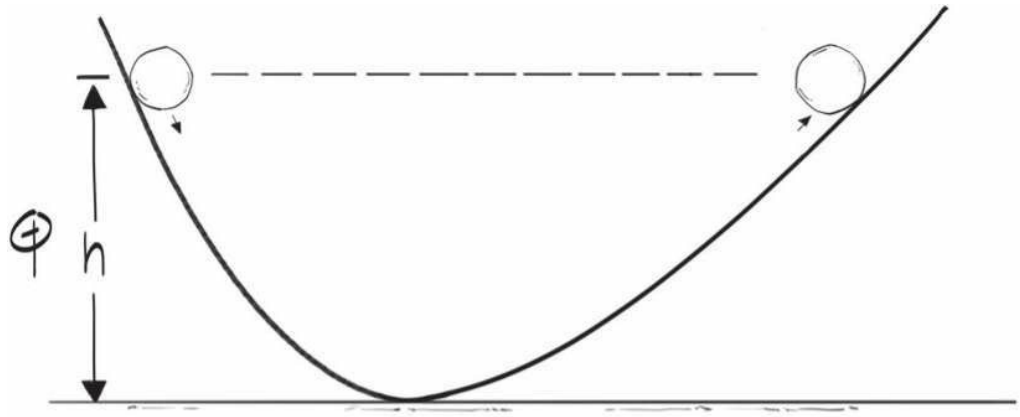


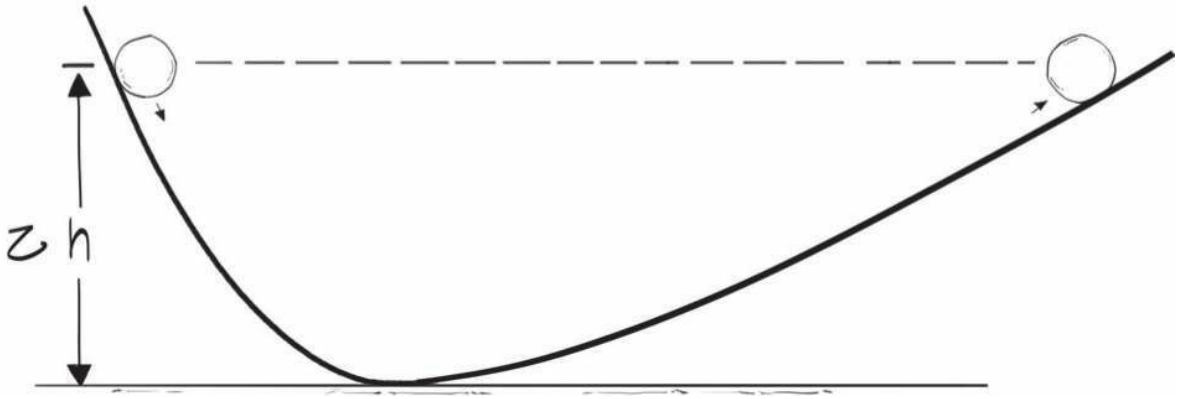
他发现，由于摩擦力存在，无论把小球放在什么角度的U形斜坡中，从同一高度滚下，小球最终都会停下来。



为了减少摩擦力对实验的影响，伽利略想尽办法将斜坡做到光滑。

他发现，只要斜坡足够光滑，不管斜面角度如何，小球几乎都能回到同一高度。



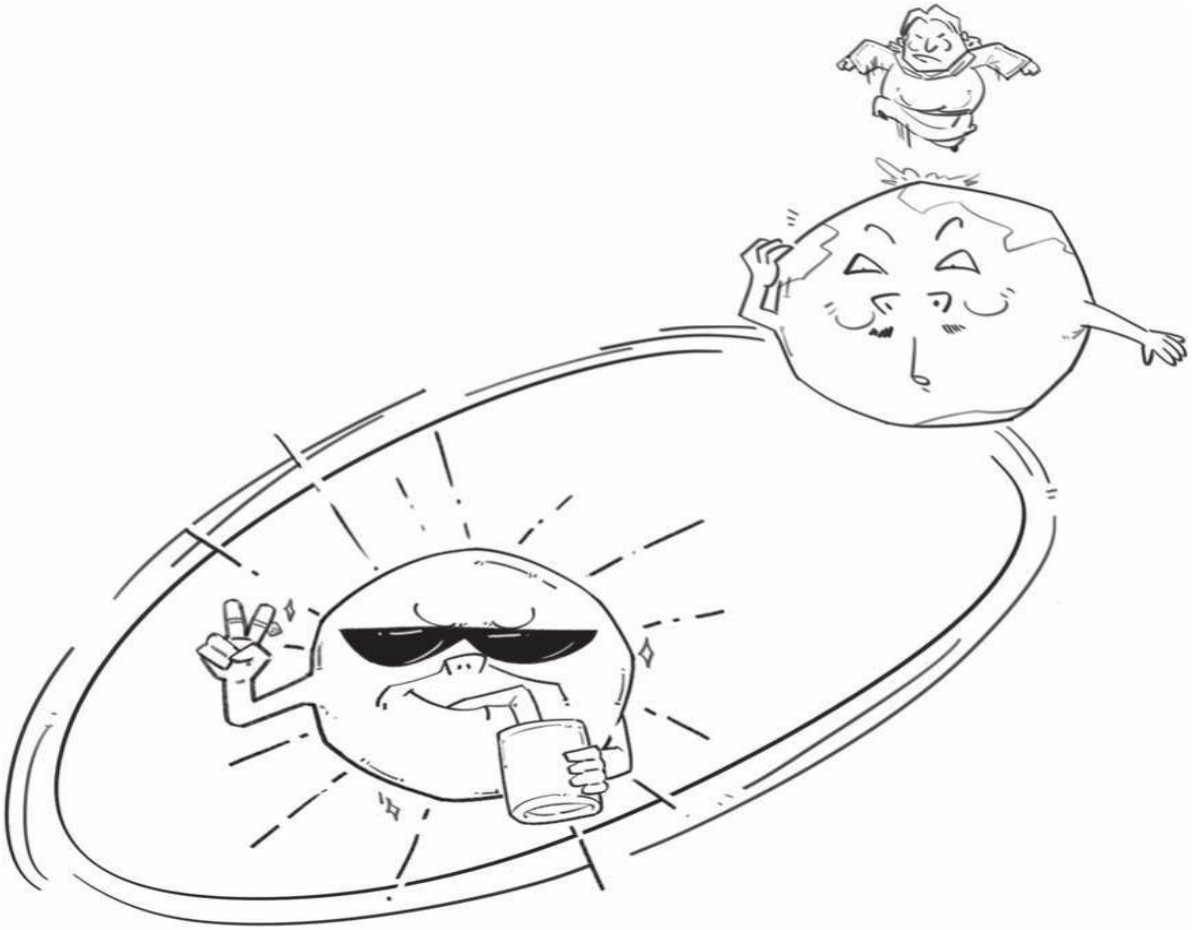


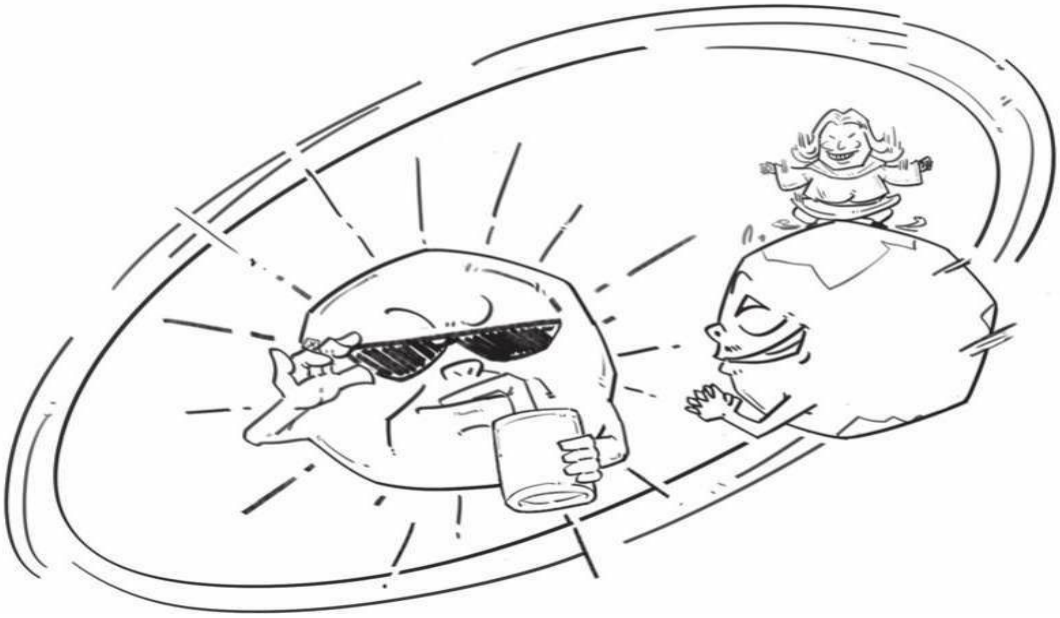
于是他冒出个大胆的想法：如果把斜坡变成平面，为了再次回到同一高度，小球是不是就会一直跑下去？

没错，伽爷推测，如果水平面够光滑，小球就可以一直运动下去，而且速度既不会增加也不会减少，这就是由物体的惯性导致的。

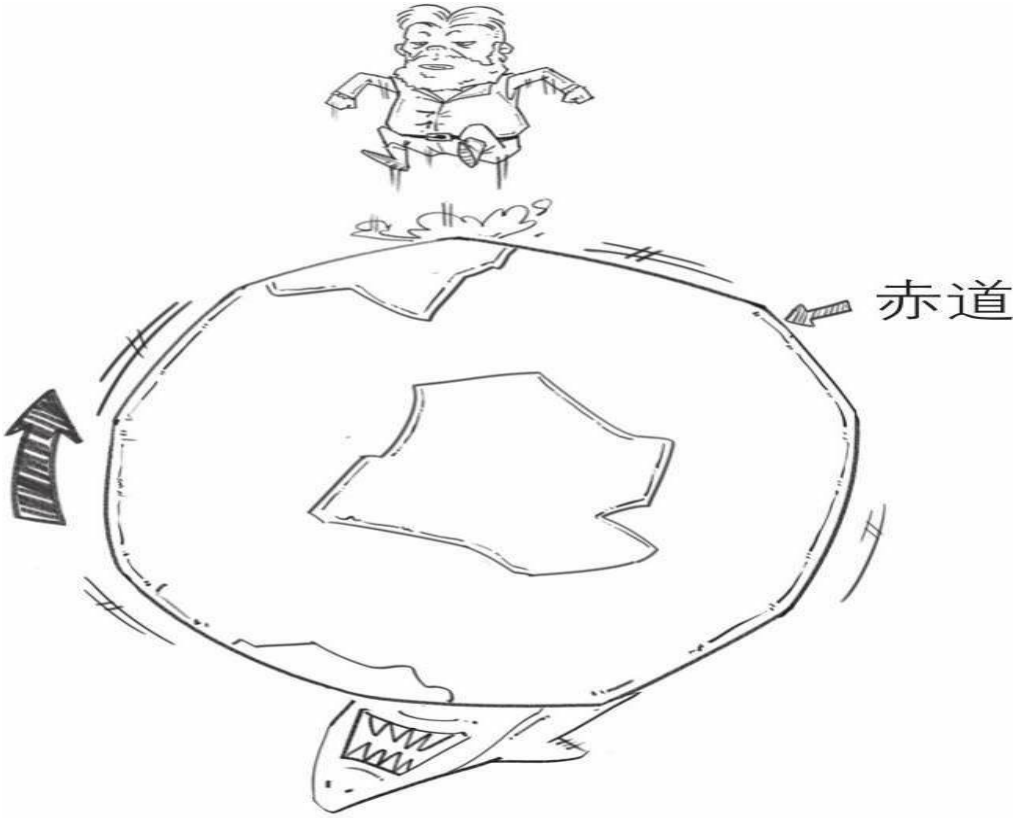
好多年之后，牛顿就是在伽利略的理论基础上发展出了惯性定律。

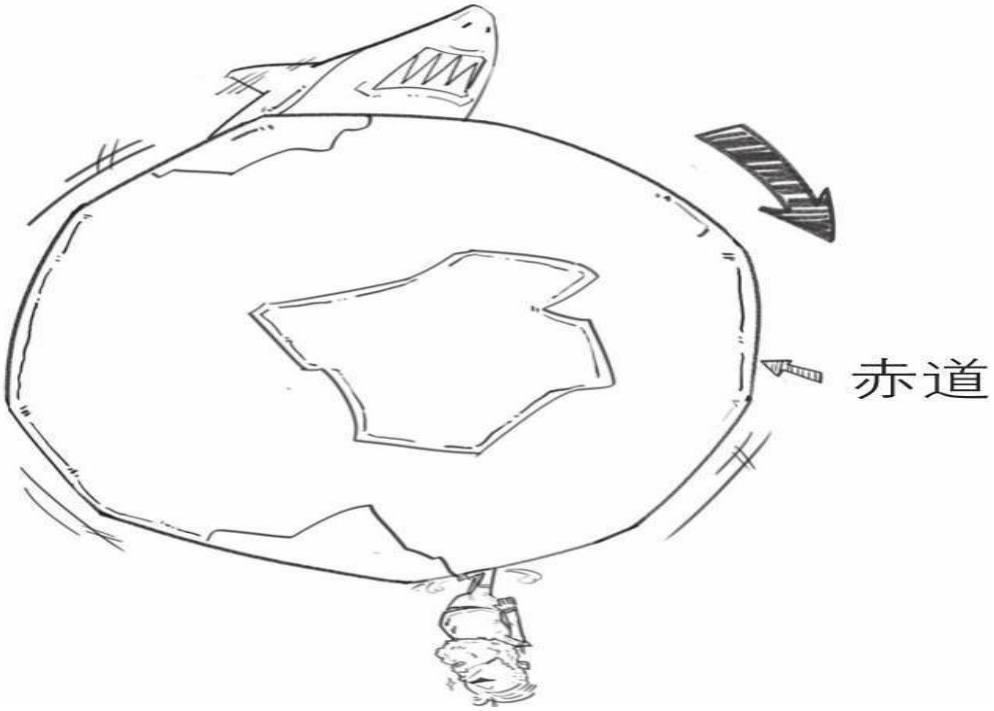
有了惯性，就能很好地解释地动抛物问题，因为人是跟着地球一起公转的，所以才不会被甩飞。





地球自转也是同样的道理，都是因为惯性!


赤道


赤道

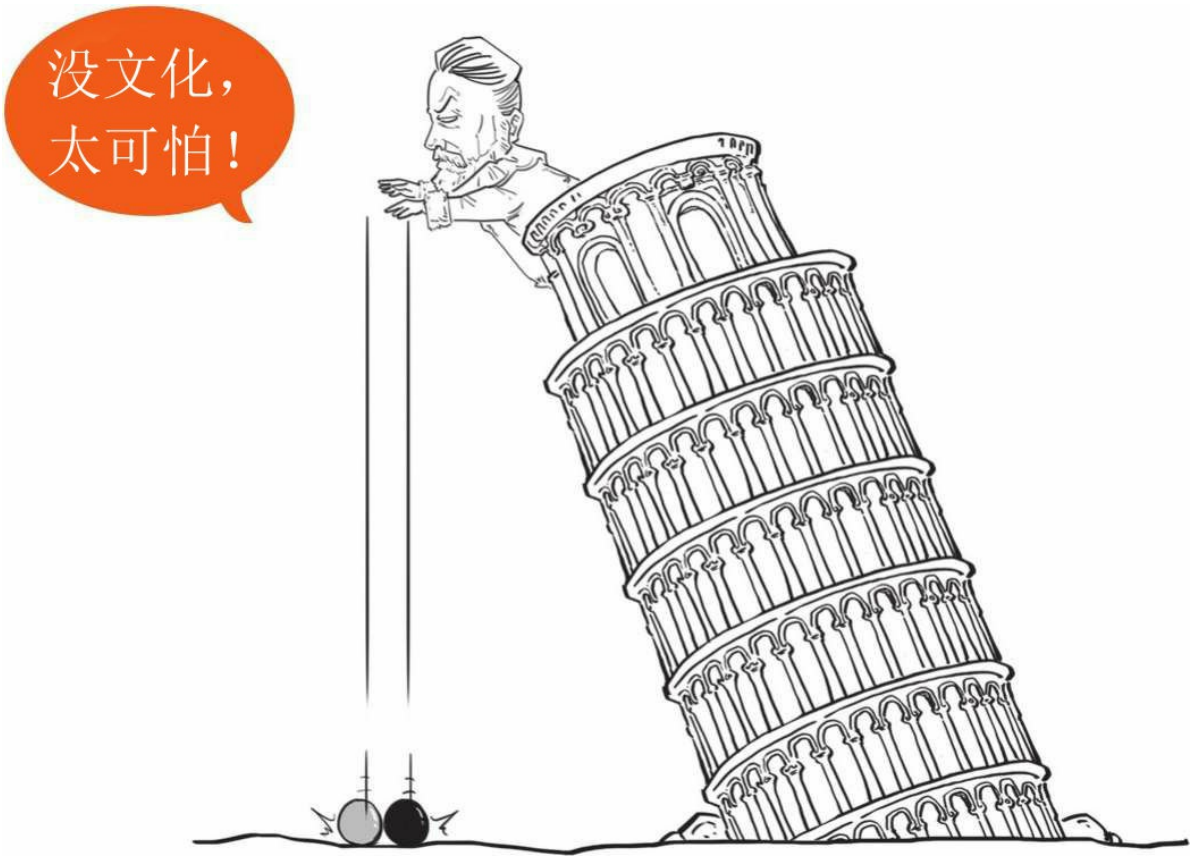
除此之外，伽爷还狠狠打过亚里士多德的脸。

在古希腊时期，亚里士多德曾提出，如果两个物体同时掉落，重的会先着地。

这是上千年来大家公认的真理，可伽利略却偏要跳出来打脸。

他认为这是胡扯。

相传他曾经在比萨斜塔做了一个自由落体实验。在同一高度，把两个重量不同的物体同时释放，结果是两者同时落地。



当然，伽利略是否做过这个实验，尚有争议，除了他的一个学生提到过这事儿，再没有其他任何证据。

为了证明日心说成立，伽利略还升级了装备——望远镜，给地心说来了个釜底抽薪。

其实很久以前就有人发明了望远镜，但是放大倍数有限，只能用来偷窥。

后来伽利略听说了，就开始制造自己的望远镜，大大提升了望远镜的性能。

在伽利略手里，望远镜开始发光发热。他还卖给军方一批，挣了一大笔钱。

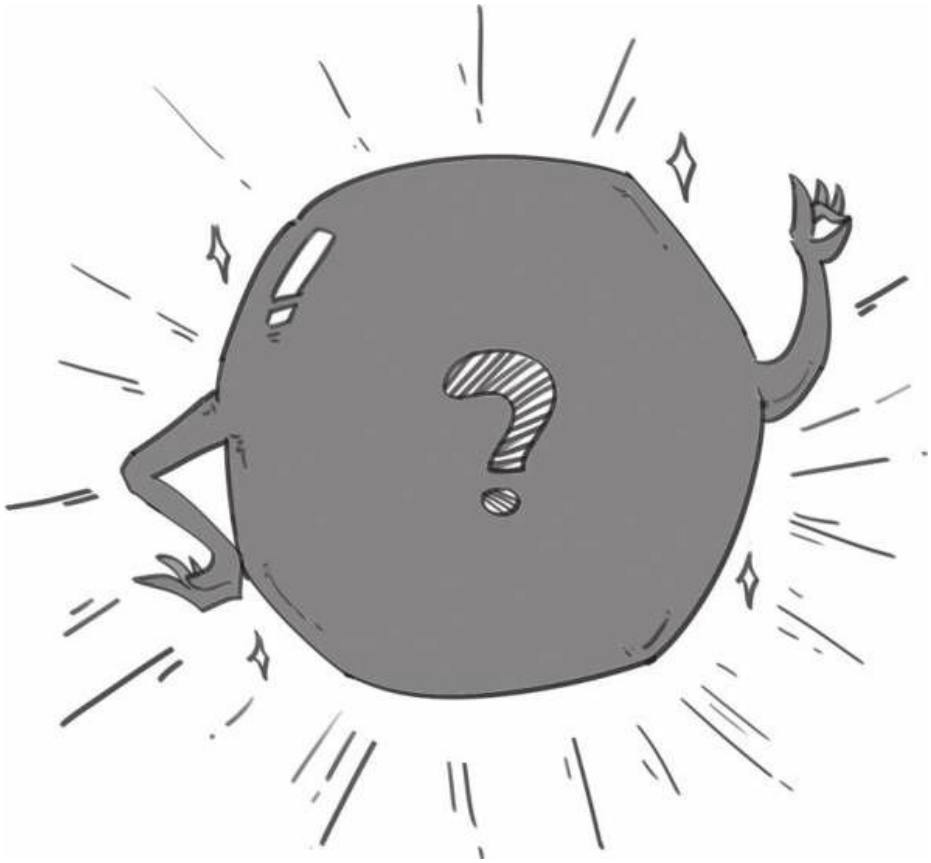
别人拿望远镜偷窥，伽爷拿望远镜偷乐。

他甚至还拿望远镜来观察天象，结果他这么一看，就看出了大事。

这里我们就说说他的两大发现。

发现一：月亮是个麻子脸

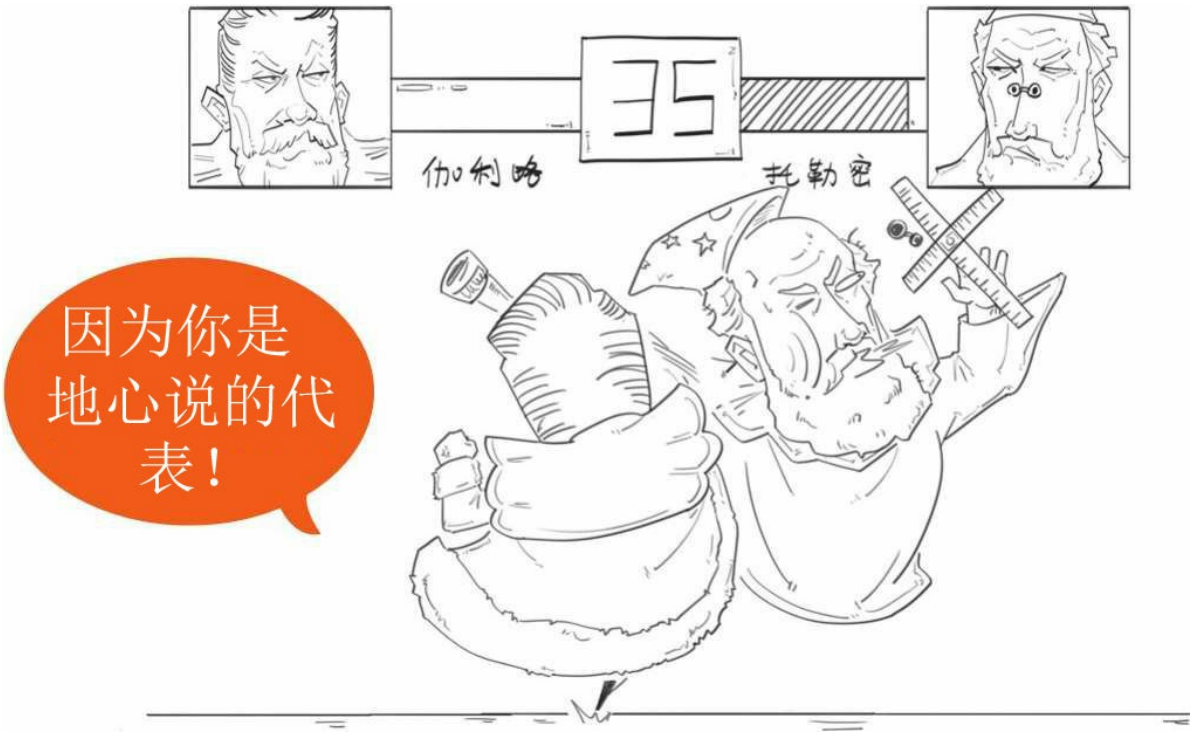
亚里士多德曾提出，月亮是完美的，天体都是光滑的。这确实很符合我们平时观察到的情况，如果用肉眼看月亮，月亮看起来就是个球，表面很光滑。



可伽利略用望远镜观测之后惊讶地发现，月亮丑爆了!还是个麻子脸!

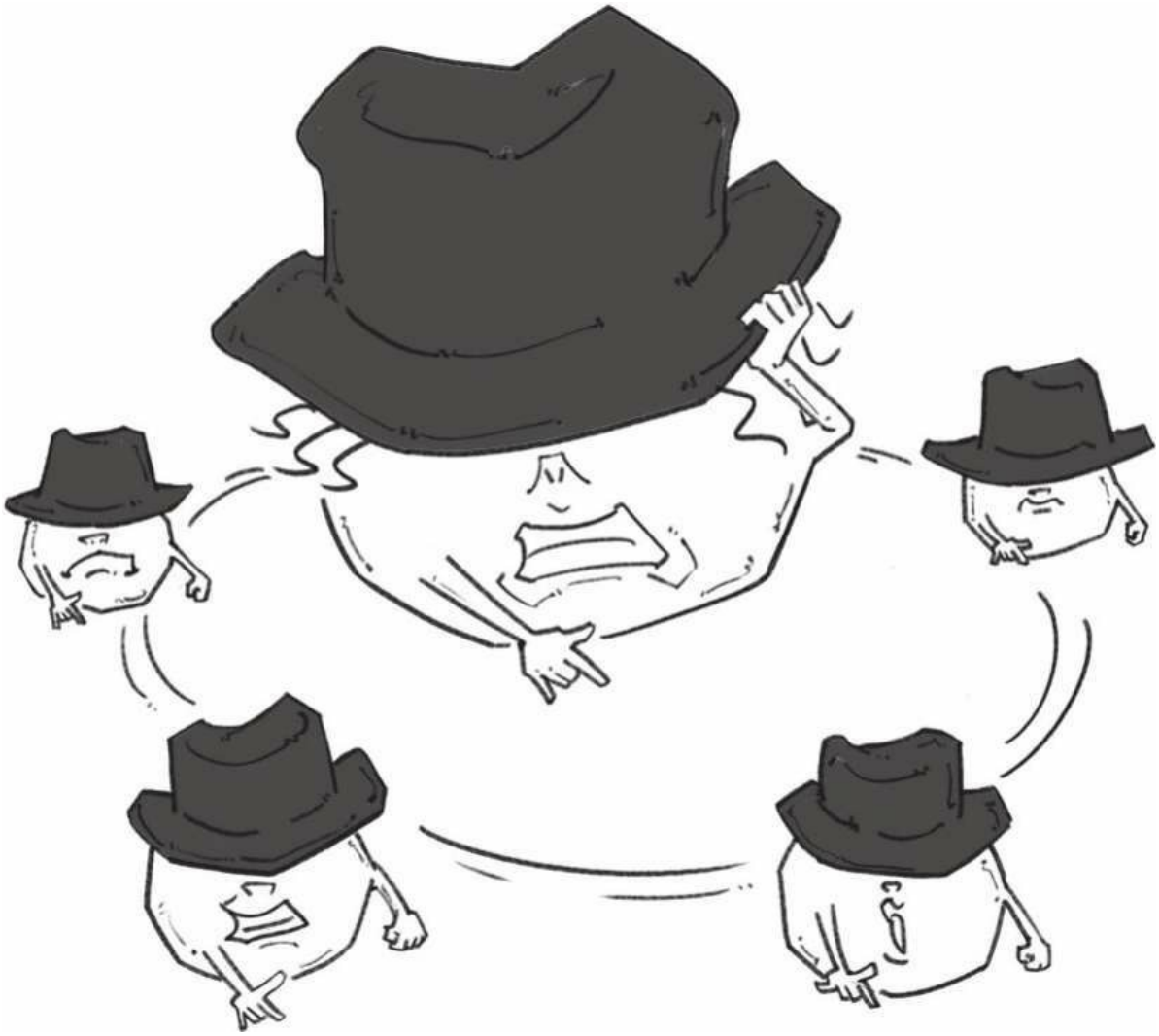
月球表面有很多环形山，长得坑坑洼洼。

伽利略的发现，又一次打了亚里士多德的脸，也吹响了日心说反攻地心说的号角。



发现二：木星有四个小弟

此外，伽利略还观测了木星，结果他发现木星周围还有四颗卫星，这四颗卫星是绕着木星转的。



STONE

这可是天大的事儿!要知道，地心说的基础是所有天体都绕着地球转，而木星的四个小弟直接颠覆了地心说的基础。

也就是从这个时期开始，日心说逐渐占据了上风。

伽利略还专门写了一本书——

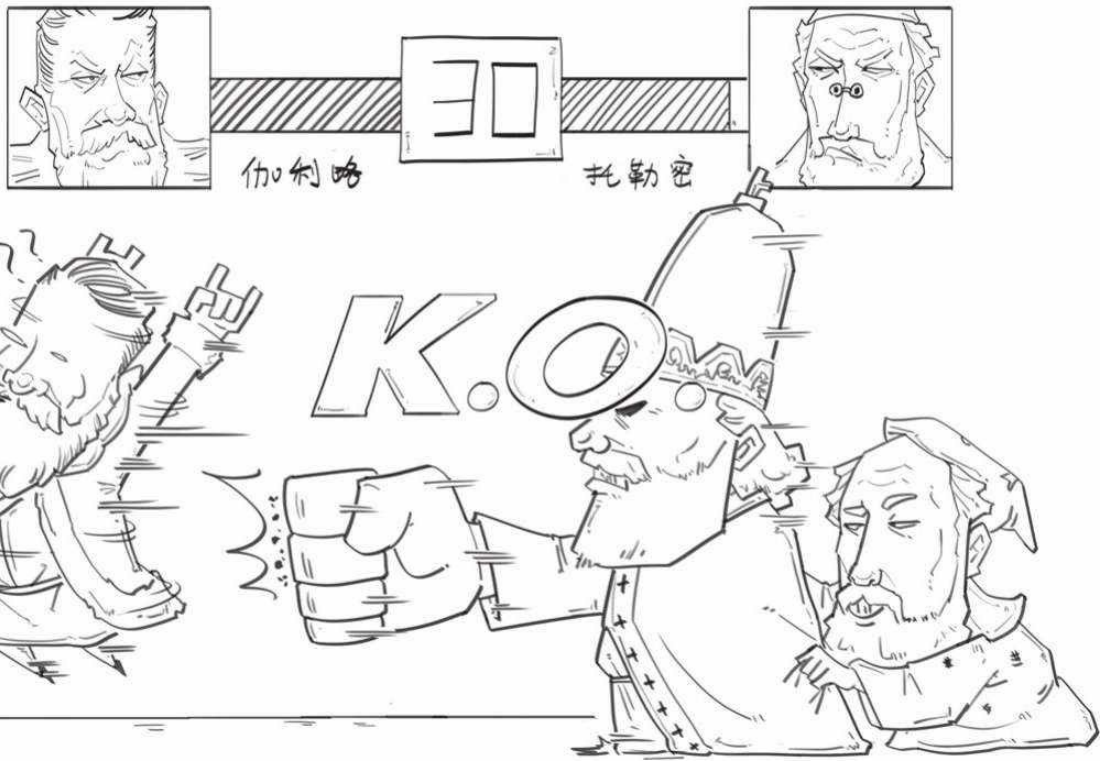
《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》。

听名字就霸气十足。这本书在科学史上极为重要，也被称为《对话》。

不过，与其说伽利略是在和地心说作对，不如说他是在和那个时代的世界观作对。

伽利略的一系列举动损害了天主教的利益，因此遭到教会的无情打压。

32
伽利略
托勒密


30
伽利略
托勒密
K.O

好在伽爷能屈能伸，最终认罚了。但死罪可免，活罪难逃，伽利略被判终身监禁。

通常大伙儿印象里终身监禁的画风是这样——

实际上呢，他只是被禁足，住在别墅里，没了人身自由。

伽利略是个天主教徒，还和当时天主教的教皇关系很好，但伽利略犯的事儿实在太大，教皇没法睁一只眼闭一只眼，这才把他禁足了。

不过他还可以著书立说，他出版了一本书叫作——

《关于两门新科学的对话》

在这本书中，伽利略详细总结了材料强度、动力学的相关知识以及力学原理。这本书也被认为是近代物理学的基石之一。

除了写书，伽利略还喜欢和朋友开派对，但由于长期观测太阳，晚年的伽利略不幸失明，最后死在了别墅里。

伽利略去世后没多久，另一位天才降生，他将完成伽利略没有完成的使命。

需要补充的是，几乎与伽利略同一时期，还有两位大神级的占星师，也为日心说的发展做出了很大贡献。正是他们和伽利略为牛顿铺好了路。

详细的，我们下篇再接着说!

九、现代天文学的建立——第谷与开普勒

话说伽利略解决了地动抛物问题，给地心说来了个釜底抽薪。

但日心说还给大伙儿留下了两个问题：

1. 恒星的周年视差

2. 准确度不够

这两个问题要如何解决呢？

让我们有请占星师徒二人组!这两人可不得了，头衔大着呢!堪称玄学鼻祖!

具体咋回事呢？我们一位一位来介绍。

第·人肉大数据·谷

第谷，人称谷哥，贵族出身，据说年轻时脑子不太好使，喜欢找削，为了争一道数学题，闹到和别人决斗。结果，鼻子被削了……

好在他心态不错，机智地给自己做了个金鼻子，装鼻的同时，还炫了把富，从此迷上了炼金术。

不过，炼金术只是副业，他的正经工作是占星。在那个时代，占星术和天文学还没彻底分开，许多贵族都很迷信，经常找第谷算命。

当时的占星师们为了更好地提供占星服务，得掌握第一手天文资料。第谷就是这方面的奇才。

在那个望远镜还没普及的时代，他拥有整个西方最准、最全的观测数据，是名副其实的人肉大数据！

在第谷时代，论天文观测数据，没有人比他更详细、更精准。

不过要是纵观整个古代文明史，还数中国的天文观测数据最全最详尽。

总之，谷哥凭着这个能力吸粉无数，就连教皇格里高利都来请他帮忙修订历法。

在他的帮助下，当时最精确的历法诞生了——格里高利历!

直到现在，我们都还在使用这套历法，可以说是非常经得起时间考验了。

在第谷的大数据中，包含了各个行星在不同时间的速度和位置，但这些数据有啥规律，他也不知道。

行星	时间	位置
水星	✗✗✗✗	✗✗✗
金星	✗✗✗✗	✗✗✗
火星	✗✗✗✗	✗✗✗
木星	✗✗✗✗	✗✗✗
土星	✗✗✗✗	✗✗✗

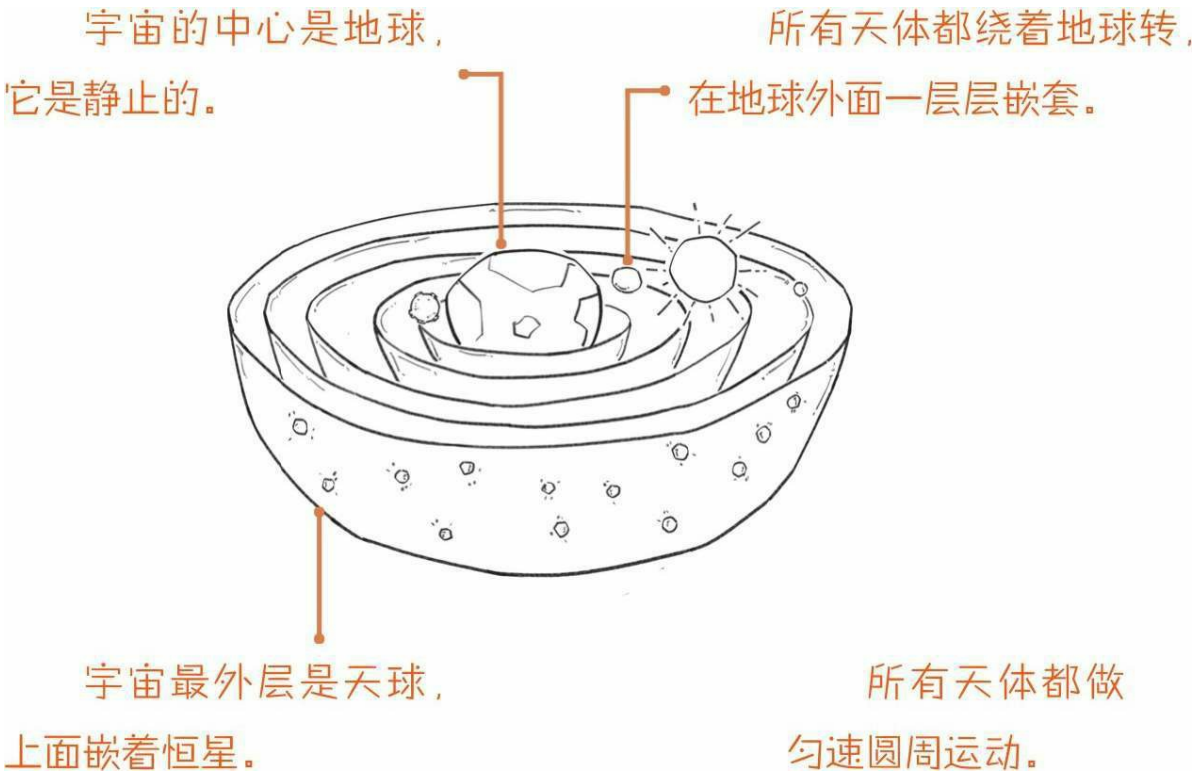
除了掌握大数据之外，第谷还很幸运，在有生之年他观测到了两个特殊的天文现象：

超新星爆炸

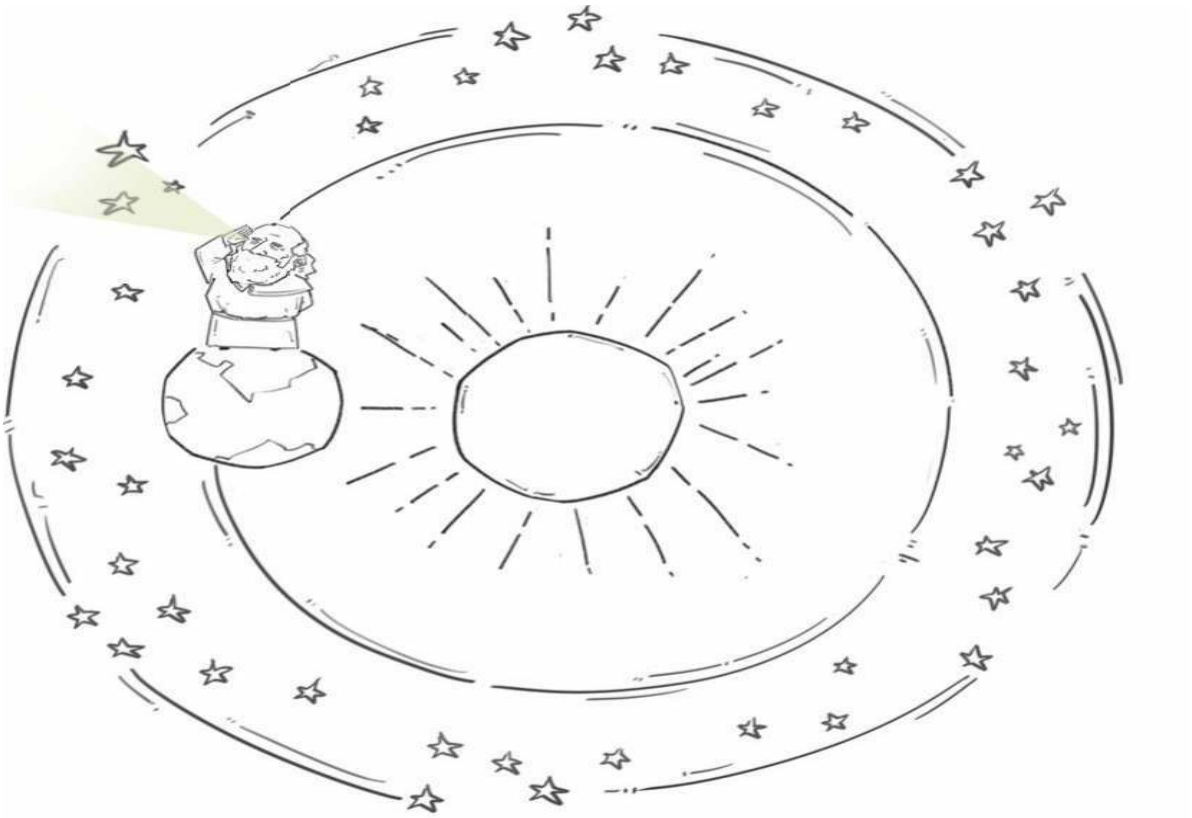
彗星

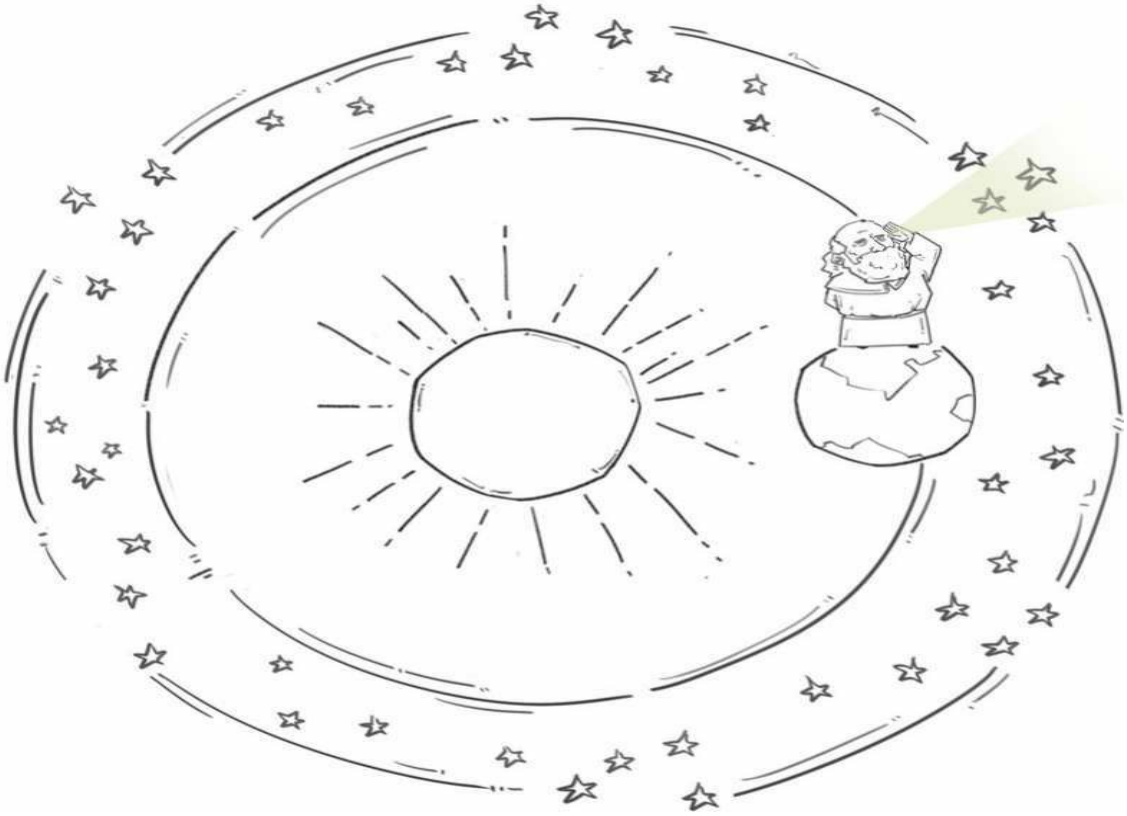
这有啥稀奇的呢？

之前说过，在地心说的世界里，宇宙是完美的。



但如果日心说成立，那地球在绕着太阳转时看到的星空应该是明显变化的。





这就是恒星周年视差问题。

对此，哥白尼曾提出：

由于宇宙远比想象的大，大到太阳和地球间的距离可以忽略不计，所以才观测不到星空的变化。

现在看来这个解释是对的，但在当时还没有被人们接受。

而第谷另辟蹊径，有一天他抬头四十五度仰望星空，哎呀妈呀!不得了啦!

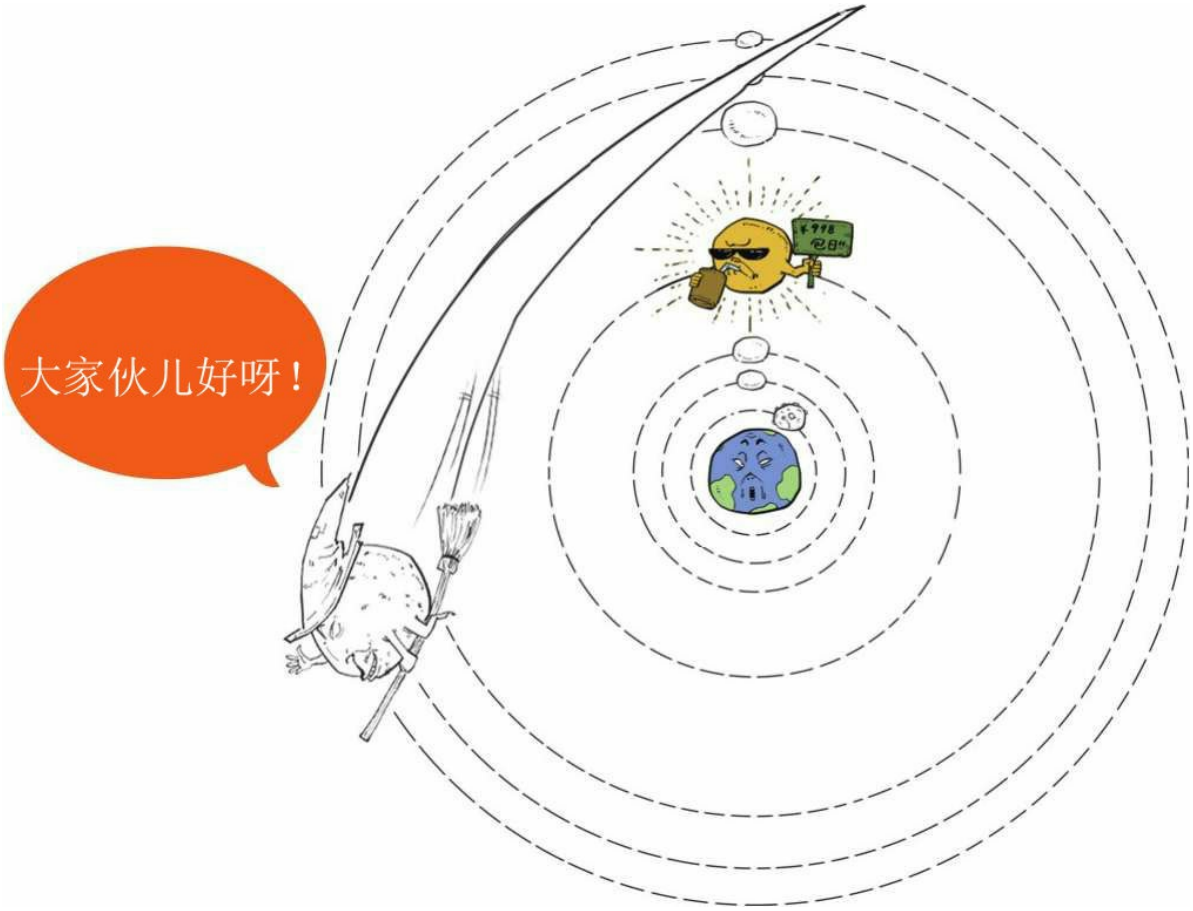
天空中冒出一颗新的星星!

超新星是某些恒星演化后期的一次剧烈爆炸，亮度很高。

这就和古希腊人关于宇宙是完美不变的理论相悖了。

此外，当时的人们还观测到了彗星，认为这是大气现象。

但第谷通过观测证明了彗星不是大气现象，是星体。



而彗星的轨迹，也不是完美的匀速圆周运动。

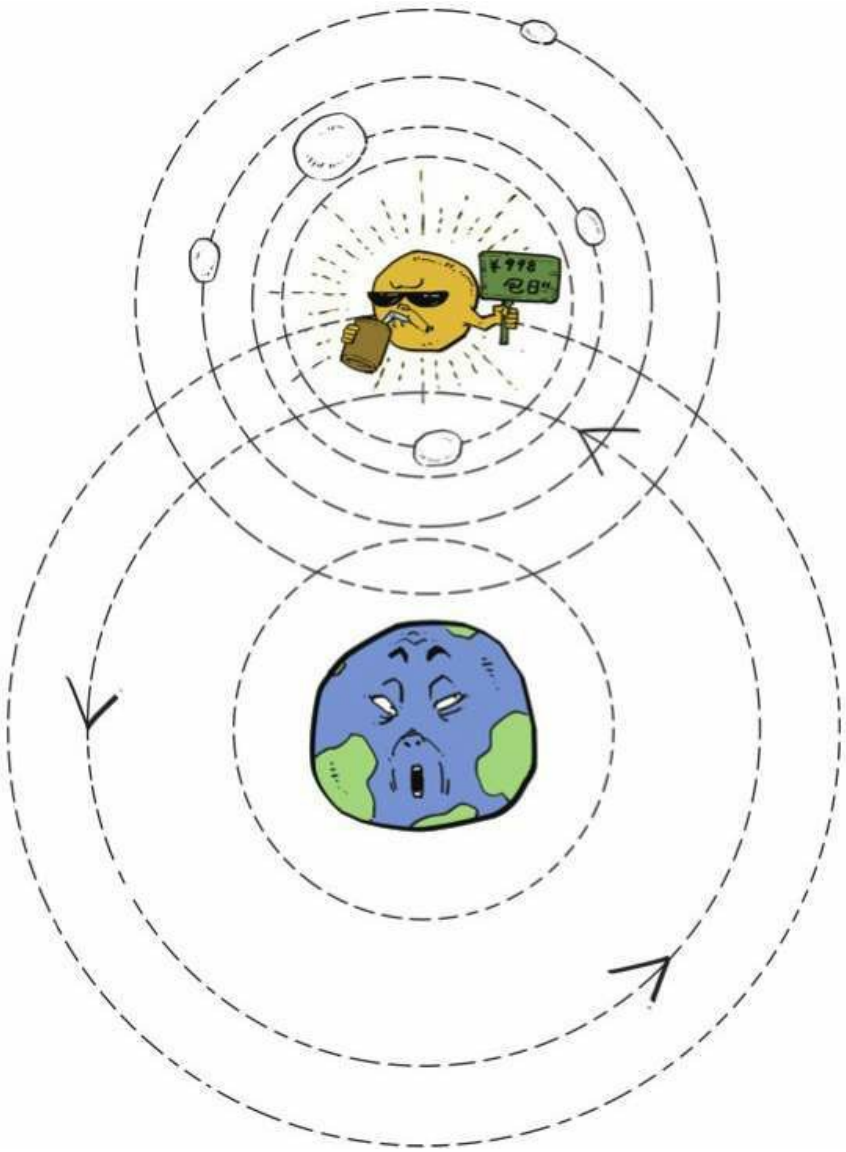
第谷的这些发现和伽利略发现木星卫星的效果相同，都能一脚把托勒密的地心说模型踹翻。

不过说到这儿大伙儿会发现，第谷只是证明了地心说不靠谱，但没法证明日心说就是对的。

直到19世纪，随着观测技术提升，天文学家贝塞尔才观测到了因地球自转导致的星空变化。

之前说过，日心说和地心说的准确度其实差不多，要想战胜地心说，就得证明日心说比地心说更准确。

而这一切的奥秘，都藏在第谷留下来的大数据里，不过谷哥不走寻常路，他既不信地心说，也不信日心说，他有自己的小九九。



他认为行星都是绕着太阳转的，而太阳绕着地球转。

所以，他其实是把日心说和地心说结合了起来。

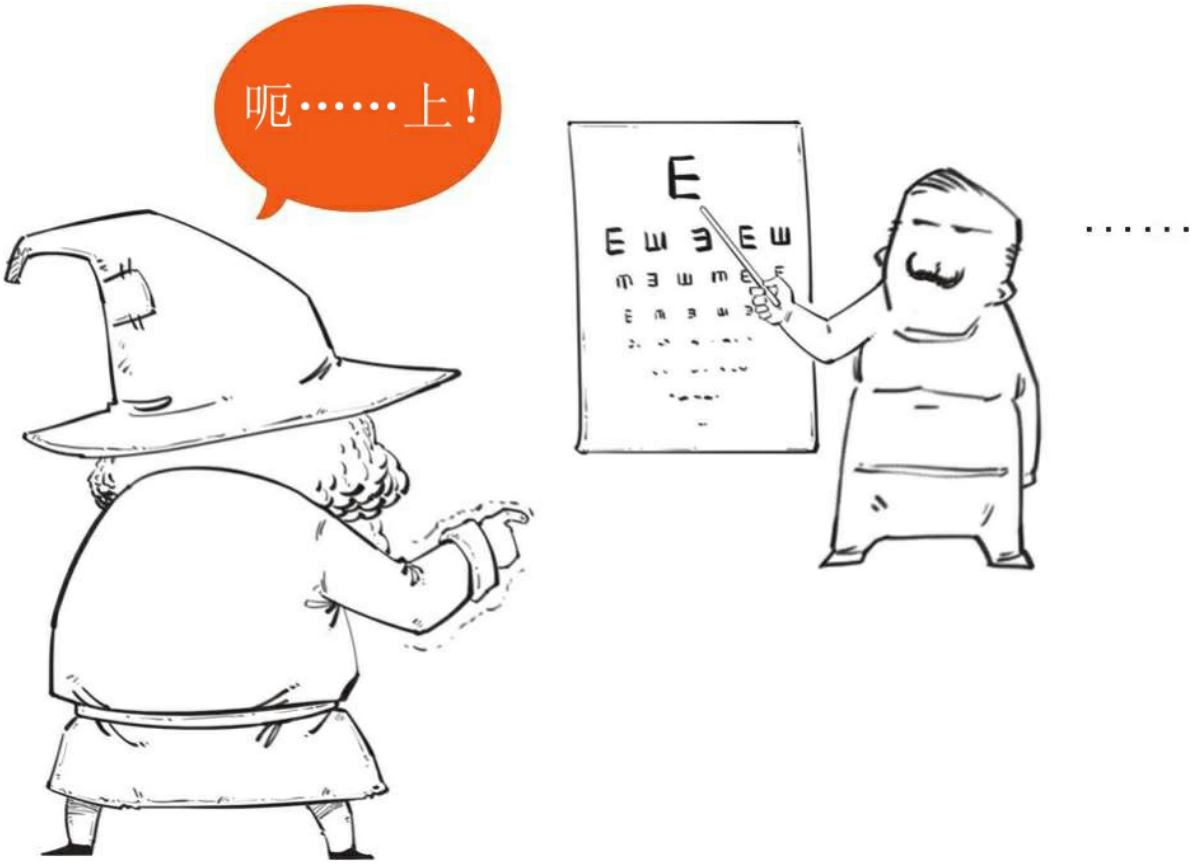
第谷一直希望能从大数据里得出这样的结果，可惜他数学不好，没看出什么门道。

这时候，他的徒弟上线了——

开·穷困潦倒·普勒

开普勒其实也是个占星师，水平不亚于他师父，是业内公认的高手。

然而开普勒的人生却很是坎坷。他是一个早产儿，童年还得过天花，疾病导致他双手有些残疾，还影响了他的视力。



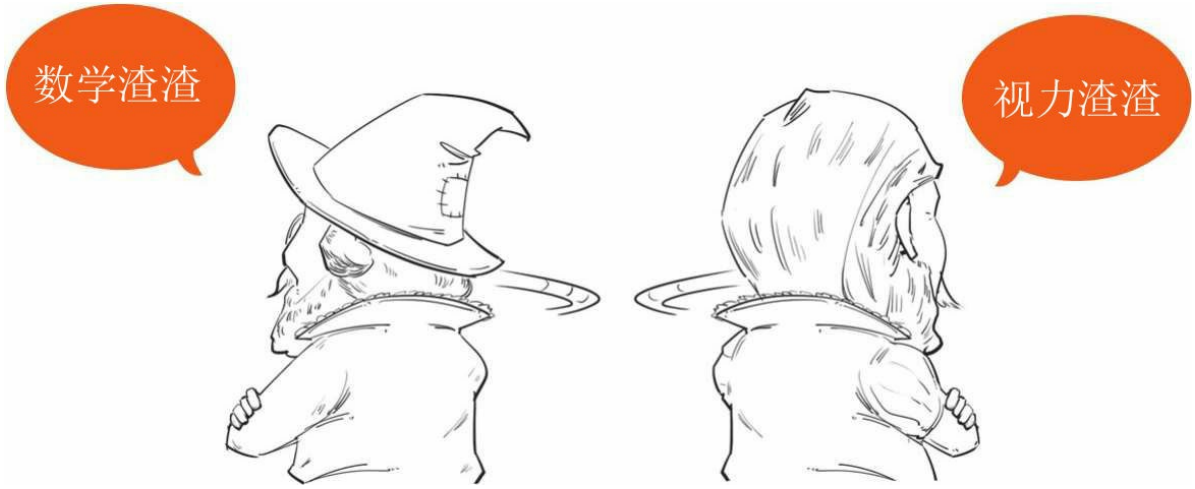
他很早就拜读过日心说，是日心说的忠实粉丝，而且年纪轻轻就自己出书，堪称占星界的后起之秀。第谷看了这本书，被开普勒的才华所震惊。

开普勒还留下过一份手稿，从科幻的角度聊日心说，其中就有月球旅行、星际之旅的内容，也有人把这份手稿看成是人类历史上第一部科幻作品。

虽然第谷瞧不上日心说，但他却很欣赏开普勒的才华，就收了开普勒做徒弟。

这堪称天文学史上最有名的一次——

不过第谷也明白这小徒弟是个天才，他担心引狼入室，抢了自己的功劳，于是就把原先那些数据藏着掖着，让开普勒很是郁闷。所以，他们二人其实也有点不对付。



直到两年后第谷去世了，开普勒才得到这些数据。也许对于别人来说，这些数据只是一堆乱码。

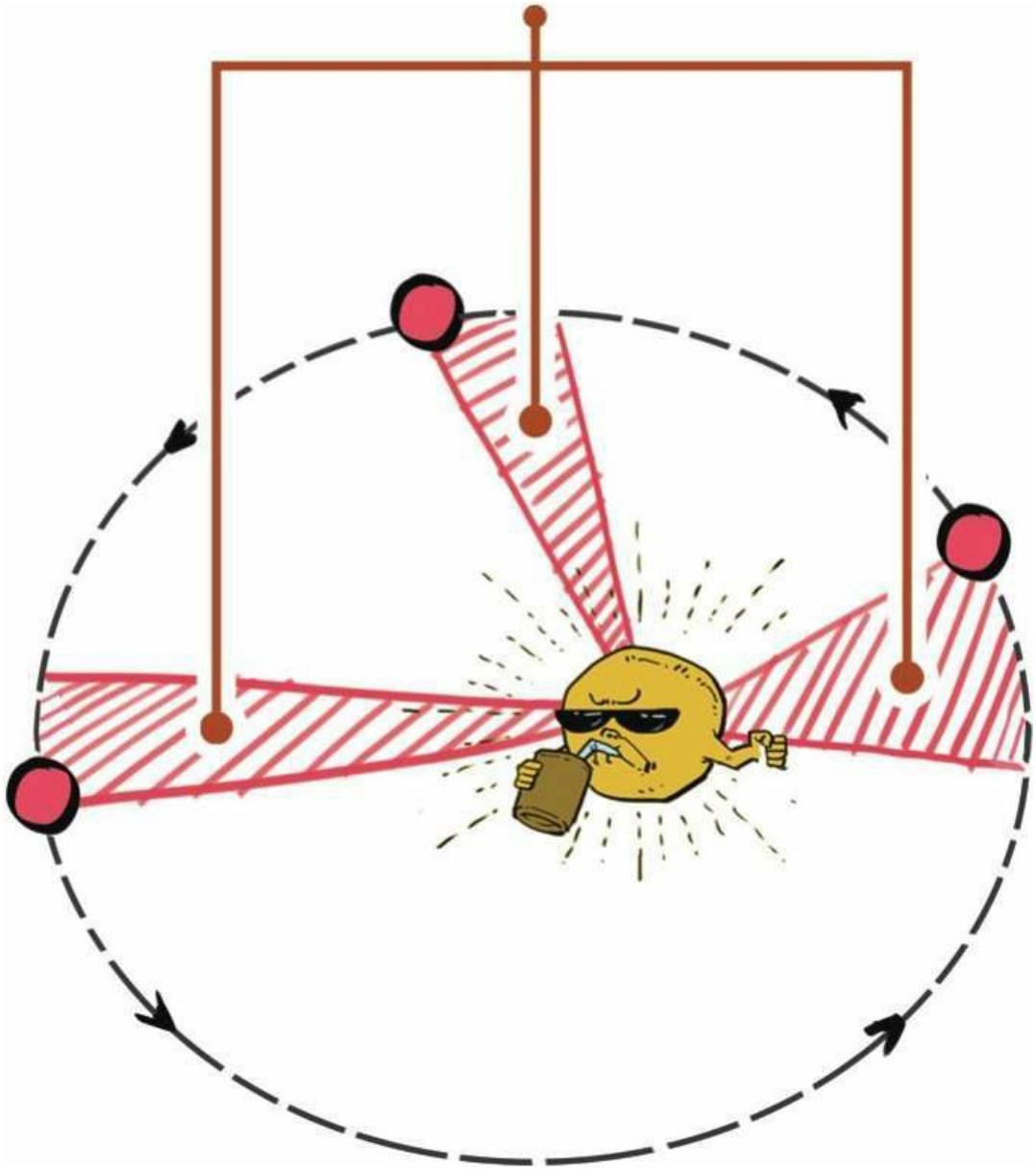
但对于开普勒来说，这些数据简直就是

高清无码!

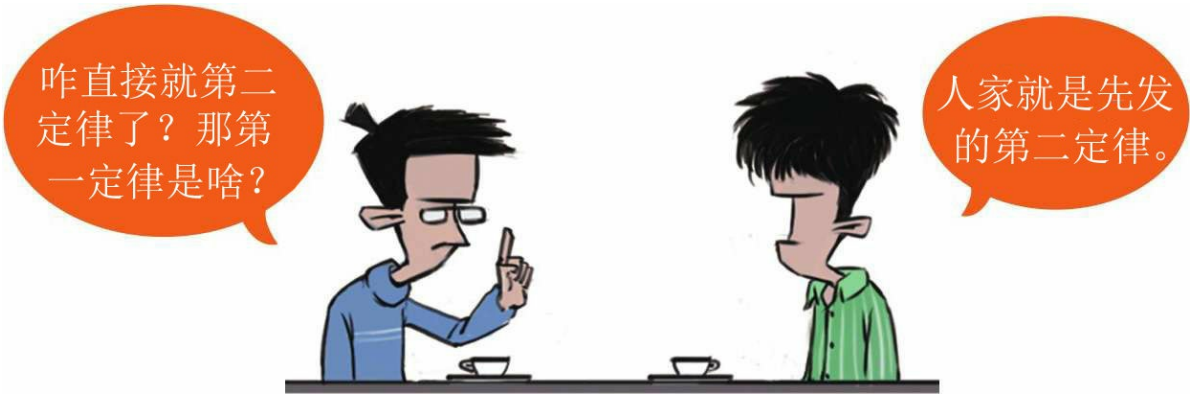
那他是怎么让这些数据发光发热的呢？

开普勒以日心说为基本框架，用几何学做工具，针对地球和火星的相关数据进行大量计算。

他发现了一件神奇的事情，一颗行星在同样的时间内相对于太阳扫过的面积，居然是一样的!

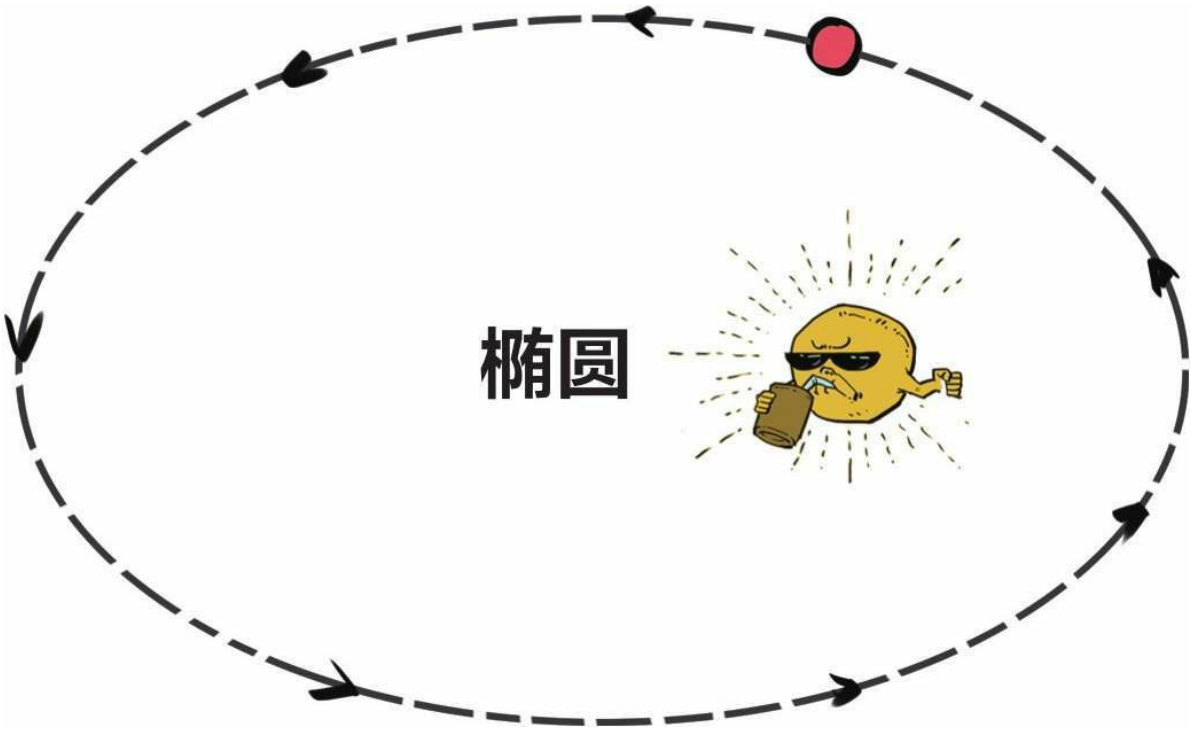


这就是大名鼎鼎的开普勒第二定律。



这时的开普勒还不知道行星运行的轨道是啥形状，因为圆形轨道不符合观测结果，他开始尝试各种轨道形状。

最终，他碰巧试出了——



行星沿椭圆轨道绕太阳运动，太阳处在椭圆两个焦点中的其中一个上，这就是开普勒第一定律。

其实，开普勒拿到第谷数据的过程并不顺利。一开始，第谷的女婿只给了他火星和地球的数据，也是巧了，正好火星的轨道不怎么圆，但金星和水星的轨道却很圆。如果用金星和水星的数据，估计很难得出椭圆轨道的结论。

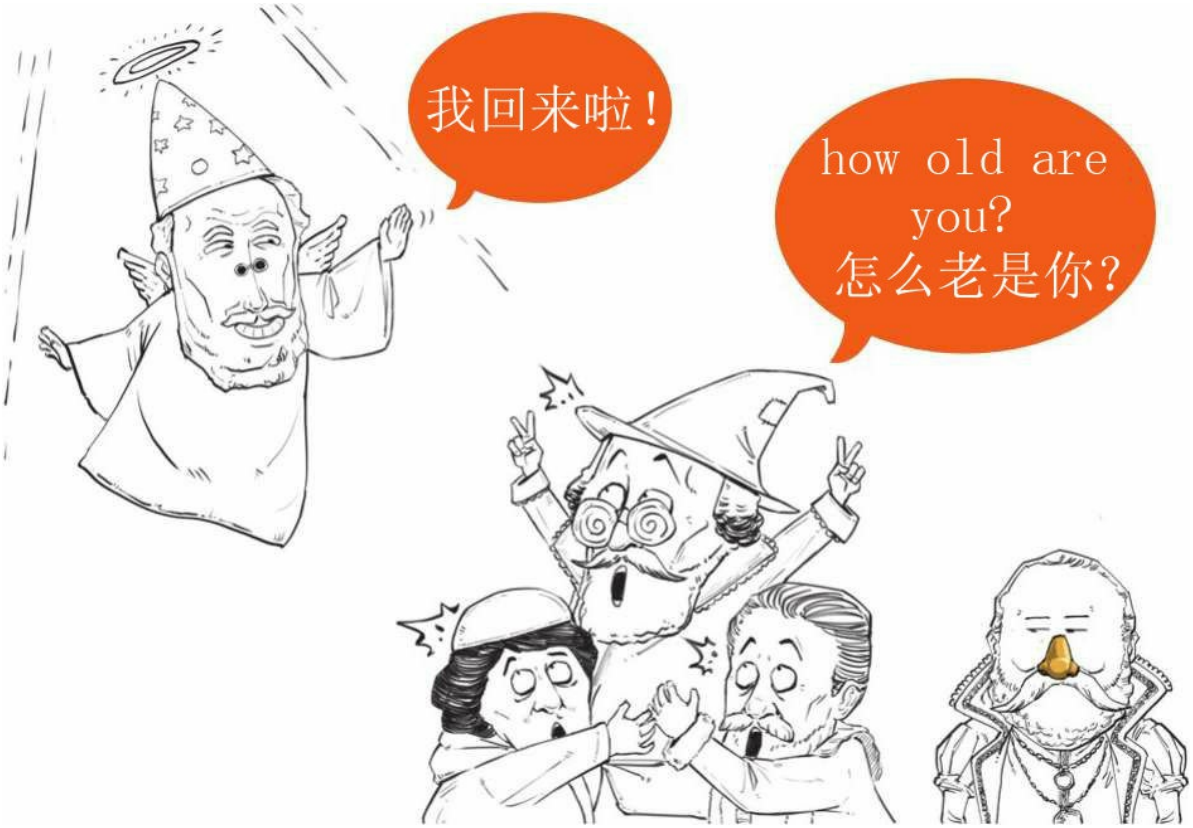
发现没？不知不觉我们学会了一个道理：

天才是1%的天赋，
加上99%的努力！

这个理论被提出来后，天文学家们纷纷点赞，因为它实在太准确了！

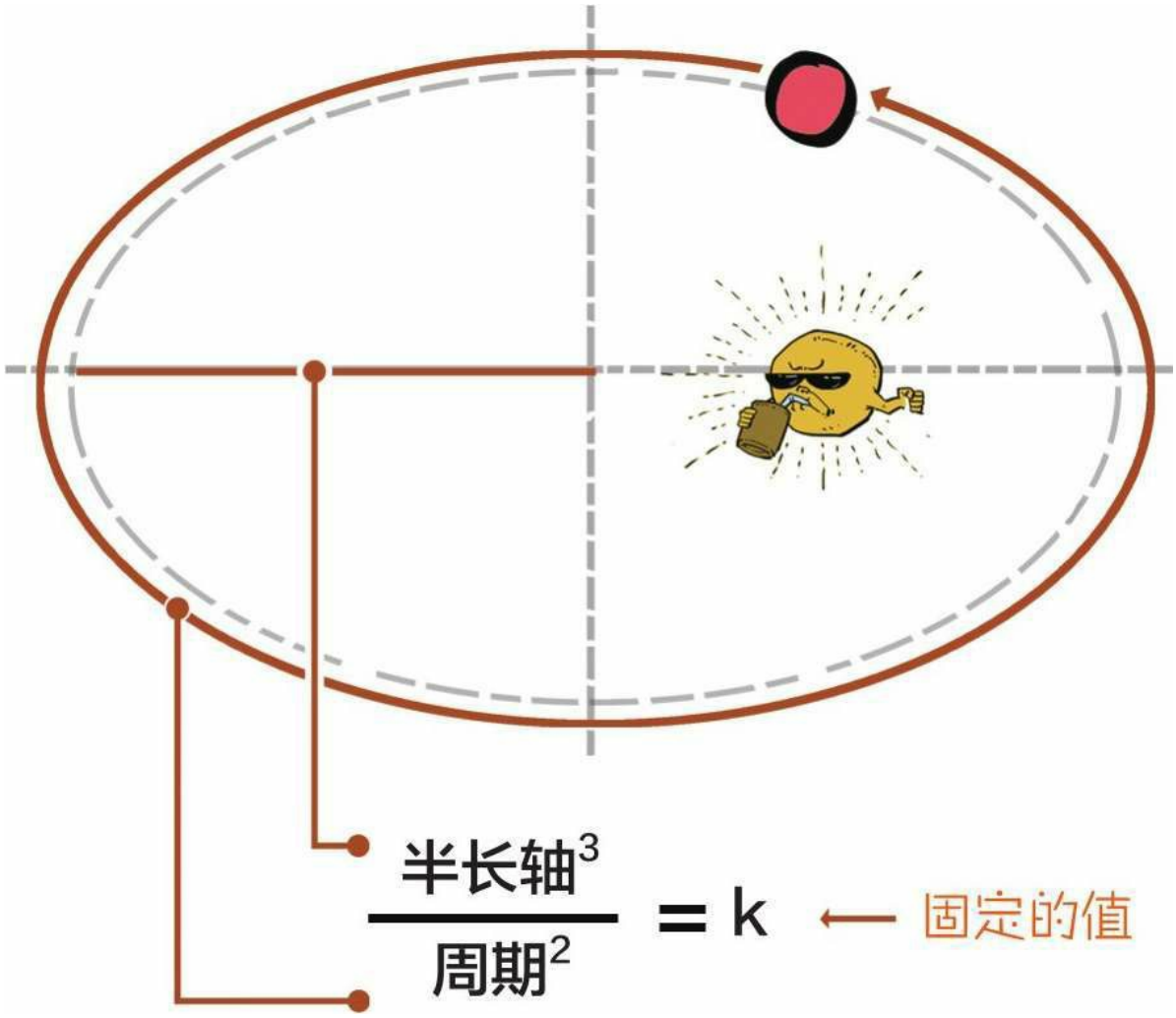
椭圆轨道的提出，使宇宙模型不再那么复杂，也就不需要那些轮子了。

但客观地说，即使这些天才做出了那么多努力，日心说也没有成为当时的主流理论，毕竟这是要摧毁了三观再重建的大事。主流理论还是地心说。



除了这两大定律，开普勒还有个第三定律，说的是：

所有的行星轨道的半长轴的三次方，和它绕太阳转一圈的时间的平方的比值，都是相等的。



大家随意了解一下就好。顺便剧透一下，牛顿就是利用开普勒第三定律，推导出了万有引力定律。

而这三个定律，也被统称为——

开普勒三大定律

至此，天文学和占星术终于分道扬镳，天文学摆脱跳大神的气质，一跃成为一门科学，而开普勒也因此被称为——

天空立法者

可惜开普勒学术上多成功，生活上就有多贫困。

他曾经感叹：

占星学女儿不挣钱，天文学母亲就要饿死。

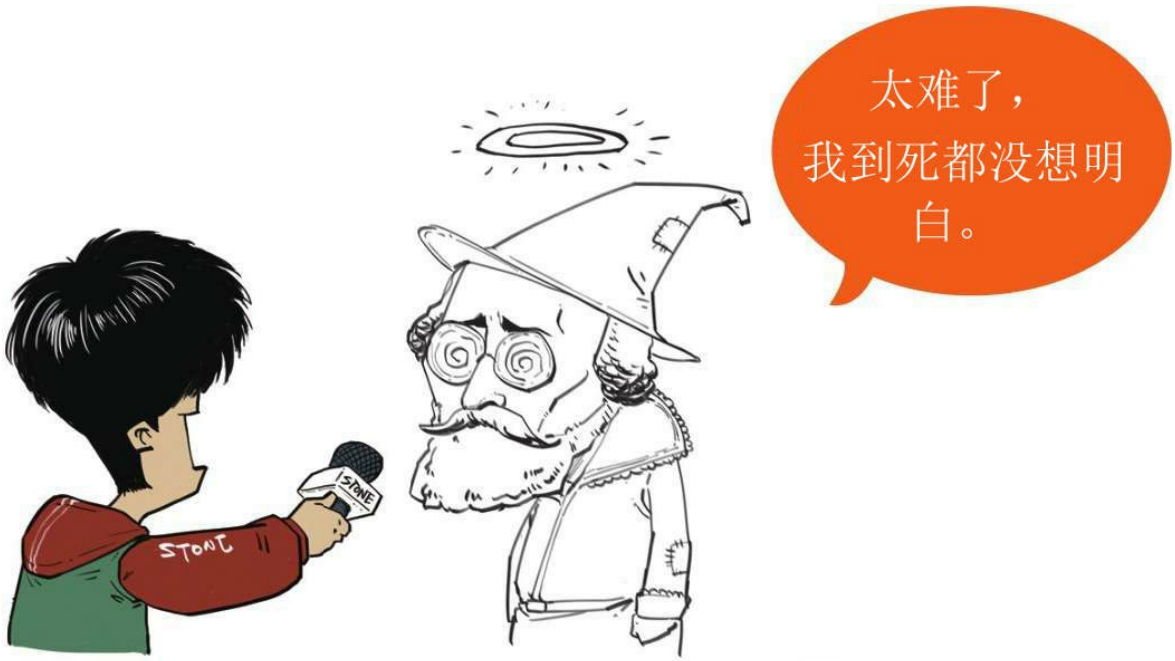
大概的意思就是，忽悠人咋了？那是为了梦想!

他的一生都特别穷苦，有过二十多年都没领到工资的经历；还有过老板跟小姨子跑了，结果没了资助等惨剧，所以晚年的开普勒不是在讨薪，就是在去讨薪的路上……

最终，他在讨薪途中去世了……

尽管人已离开，但他遗留下的问题却再度引发了学术圈的激烈讨论，这个问题就是：

为什么行星运动的轨迹是椭圆的？

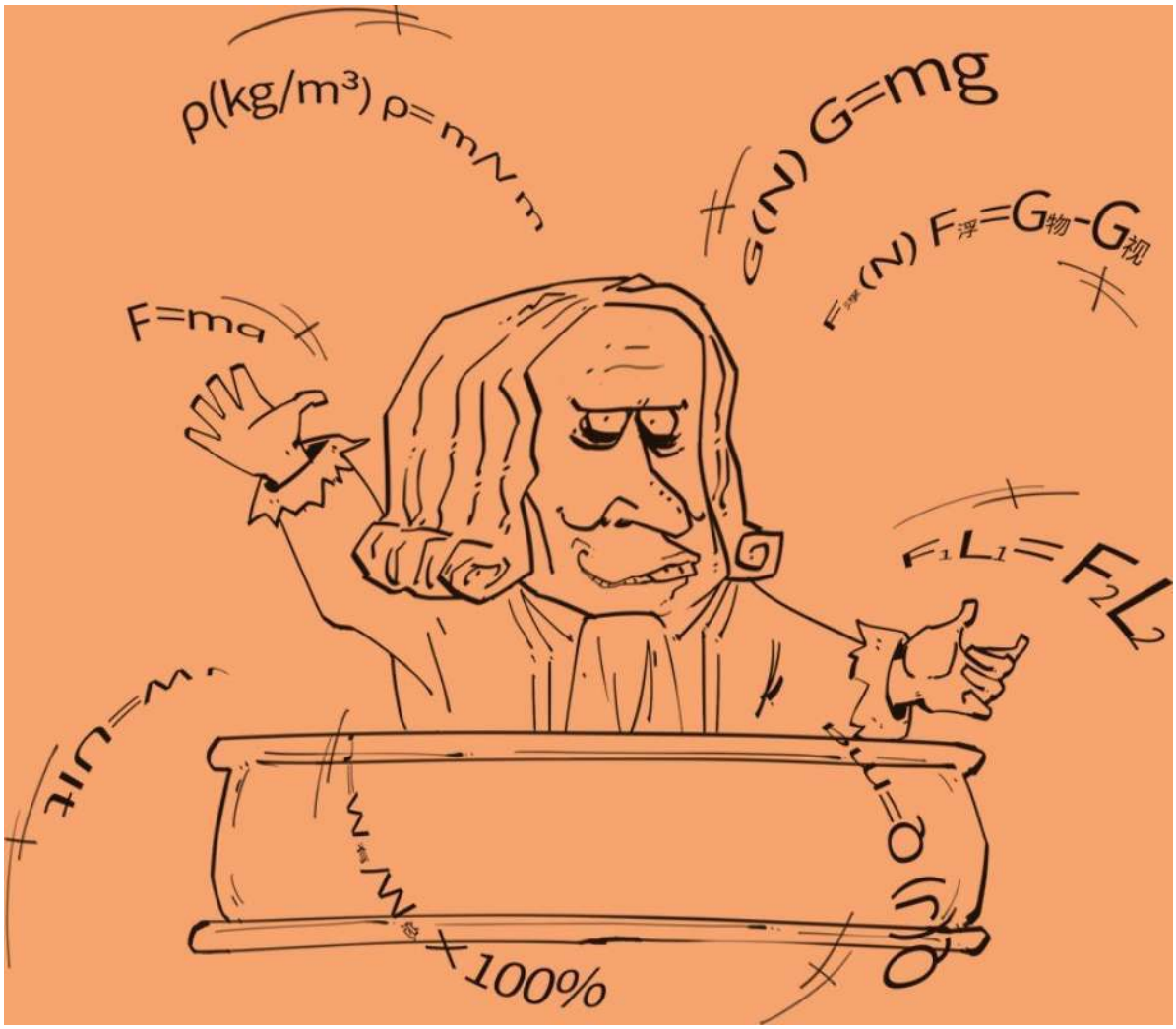

太难了，
我到死都没想明白。
STONE
STONE

你问他吧。
牛
STONE
STONE

下篇，我们就来讲讲解决这个问题的终极大神——

牛顿

十、上帝下班了——牛顿



之前我们说到开普勒提出的三大定律，揭示了行星运动的轨道是椭圆。

但如果你问开普勒：为什么行星运行的轨道是椭圆？

当时的大佬都搞不明白，如果有人能解决这个问题，那他一定能名垂青史。

所以，明面上大家都在追求真理，背地里其实都在暗暗较劲。

最后，一位猛男脱颖而出，终结了这场战斗。

此人热衷于各种争斗，而且百战百胜，总是把对手按在地上摩擦。

他就是大名鼎鼎的——

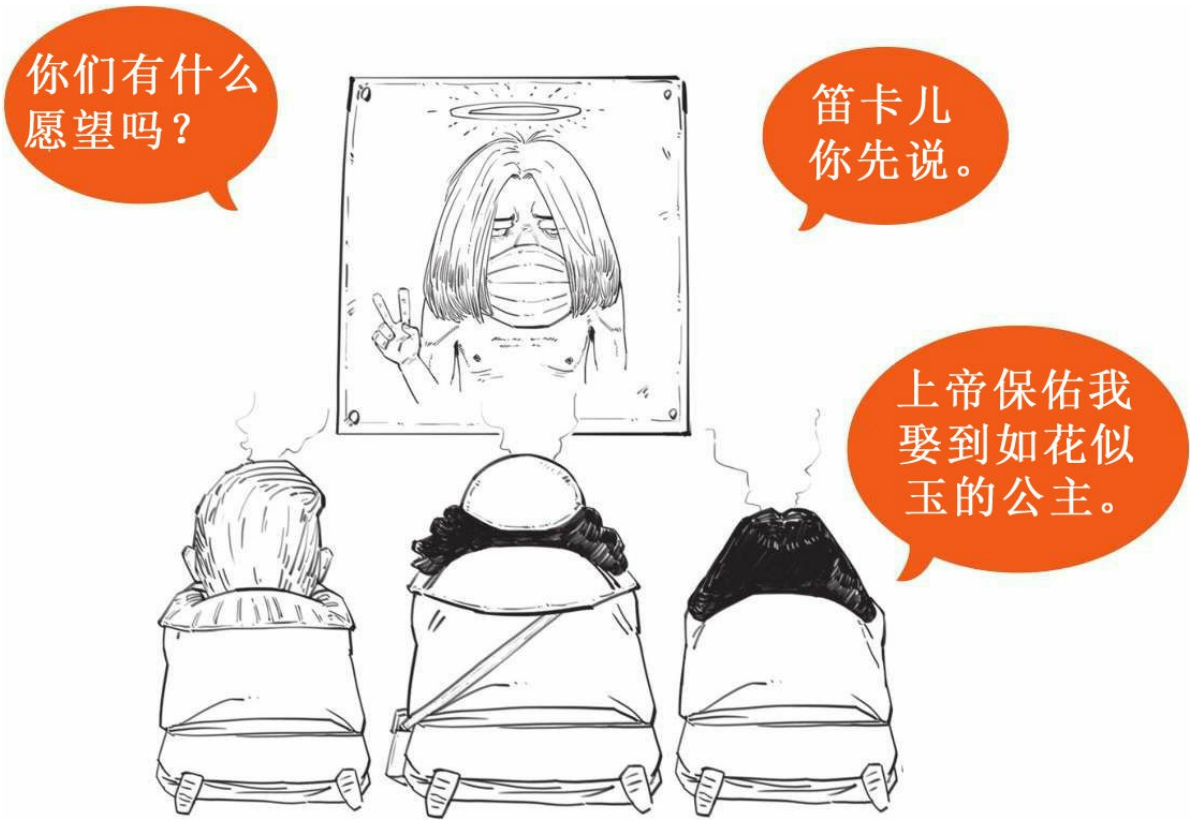
牛顿

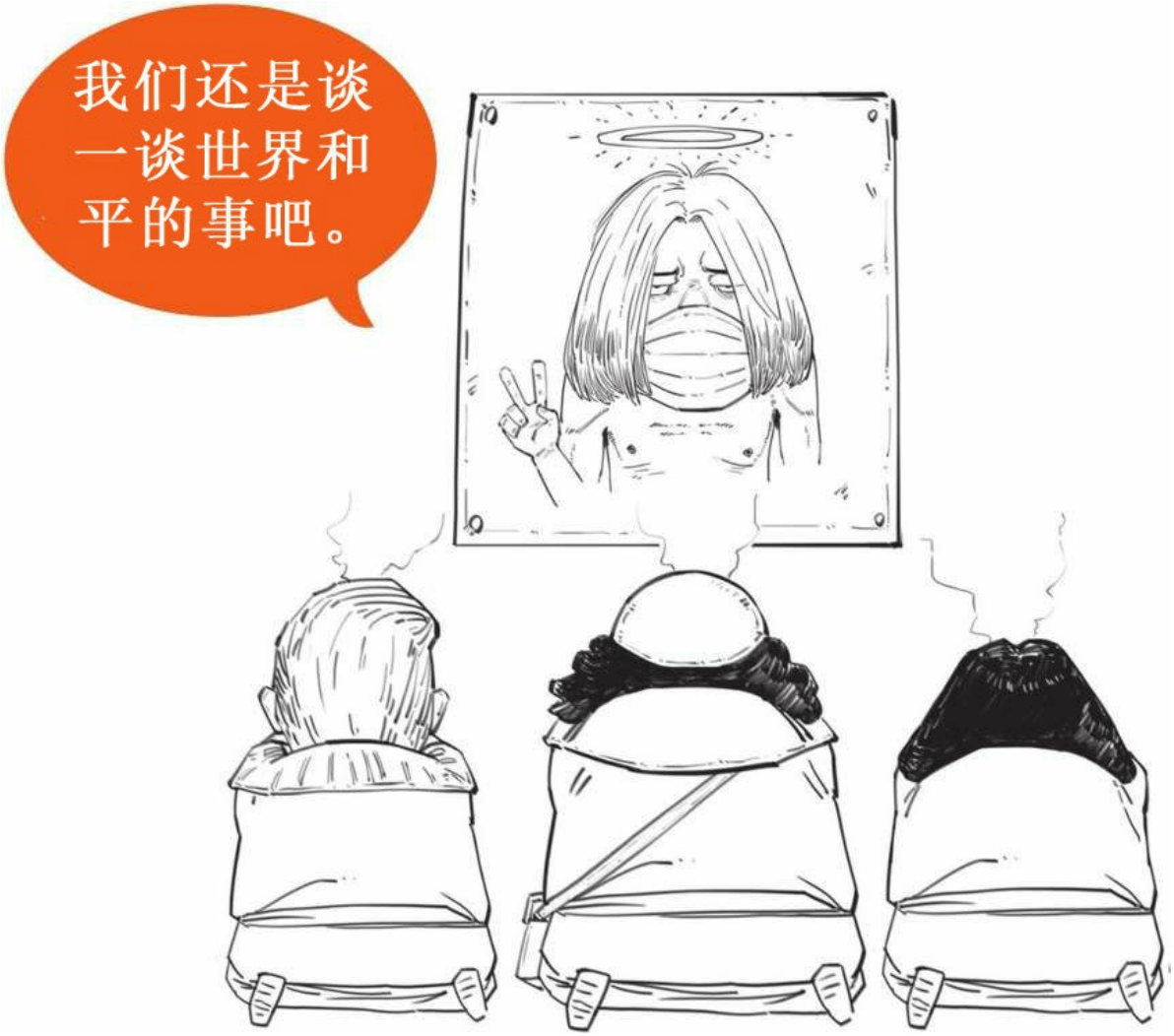
牛顿不是一日炼成的。他为什么这么牛？他又是如何解决椭圆轨道问题的呢？

1. 万事俱备，只欠牛顿

想要了解牛顿，就得回到他的时代。如果非要用一个词来形容那段时期，那一定是：

当时的西欧是基督教的世界，绝大多数人都是基督徒，比如哥白尼、伽利略、开普勒、笛卡儿、牛顿、费马、玻意耳等。


你们有什么愿望吗？
笛卡儿你先说。
上帝保佑我娶到如花似玉的公主。



虽然都是基督教，但其中分了很多派系。比如天主教和新教，还有些异端的教派，比如阿里乌派。新教中也还有不同的派系。

文艺复兴后，西欧再度拿到古希腊真题集，一下子都成了文化人。

可当时的江湖上还没有正儿八经的科学家，像开普勒、第谷，主业都是占星。

除了神学、占星学，还有炼金术，比如罗杰·培根、玻意耳、第谷等人都热衷炼金术。

还有一波势力，被称为魔法派，比如我们熟知的布鲁诺。

魔法派内的学说中，最流行的是赫尔墨斯主义，是主张将哲学和魔法相互结合的学派，深刻地影响了那个时代。

虽然江湖混乱，但当时的学者们大都各有侧重。

特别是从开普勒和伽利略开始，天文学的发展方向转为研究天体为什么会动。

这也被称为动力学问题，仅仅在这个细分领域就有三尊大神：

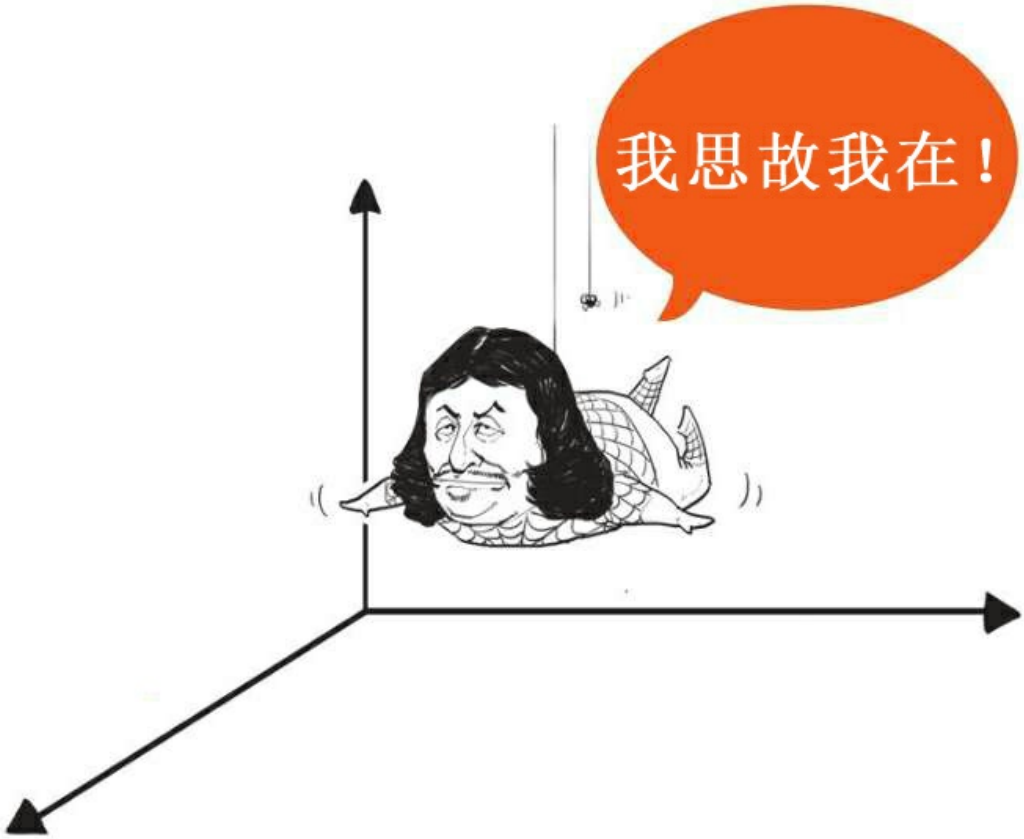
伽利略

·详细讨论了自由落体、钟摆等运动问题；

·提出了自由落体定律，速度叠加定律；

·提出了惯性的概念；……

笛卡儿



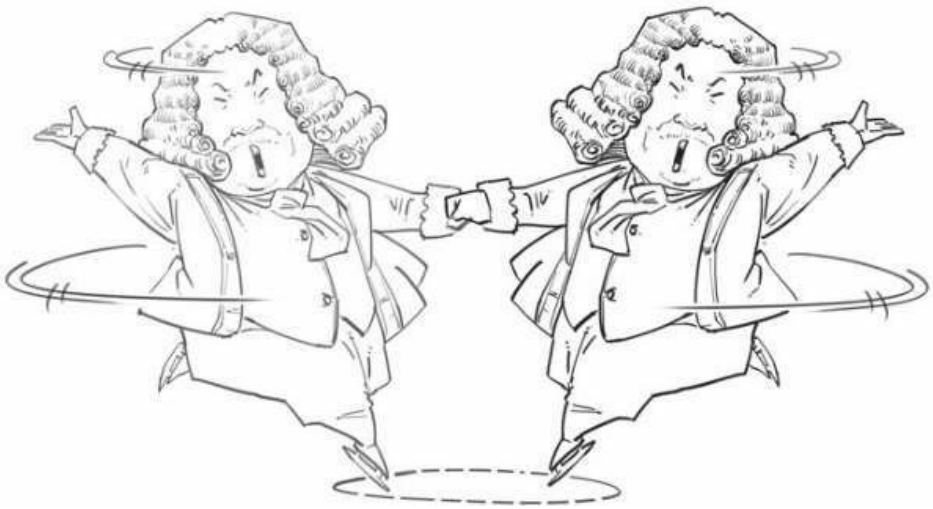
·提出机械世界观，认为宇宙和地上的运动规律应该是相同的；

·提出物理学中的“功”和“力”的概念；

·提出圆周运动的物体总有离开圆形向外运动的“倾向”；

·提出物体之间的无作用力只能通过接触或者碰撞来传递；……

惠更斯



·解决诸多运动学中的实际问题；

·提出圆周运动公式；

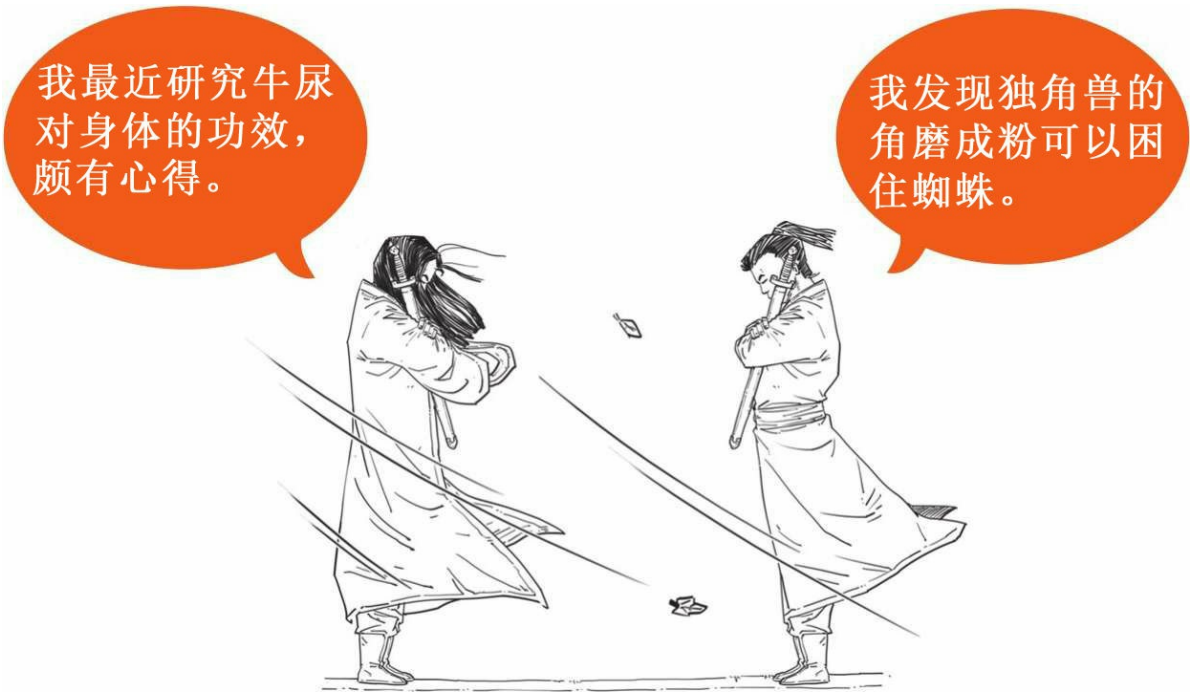
·提出动能和势能的概念；……

还有梅森、玻意耳等。由于篇幅的关系，我们就不在这里赘述了。

总结一下那个时代的特点，就是：

群英荟萃，百家争鸣，百花齐放！

如果不搞点创新，都不好意思说自己是读书人。



但这些知识哪些对、哪些错，彼此之间有没有什么联系，没人搞得清楚。

因此时代需要一个人，一个全能的人。

他得能掌握不断涌现出来的新知识，还要对古希腊真题了如指掌，最后，还要能把这些知识融会贯通，聚合成一个体系。

因此我们说：万事俱备，只欠——

牛顿！

没错，牛顿就是一位全能战士，堪称知识界的百科全书。

2. 性格怪异的开挂大神

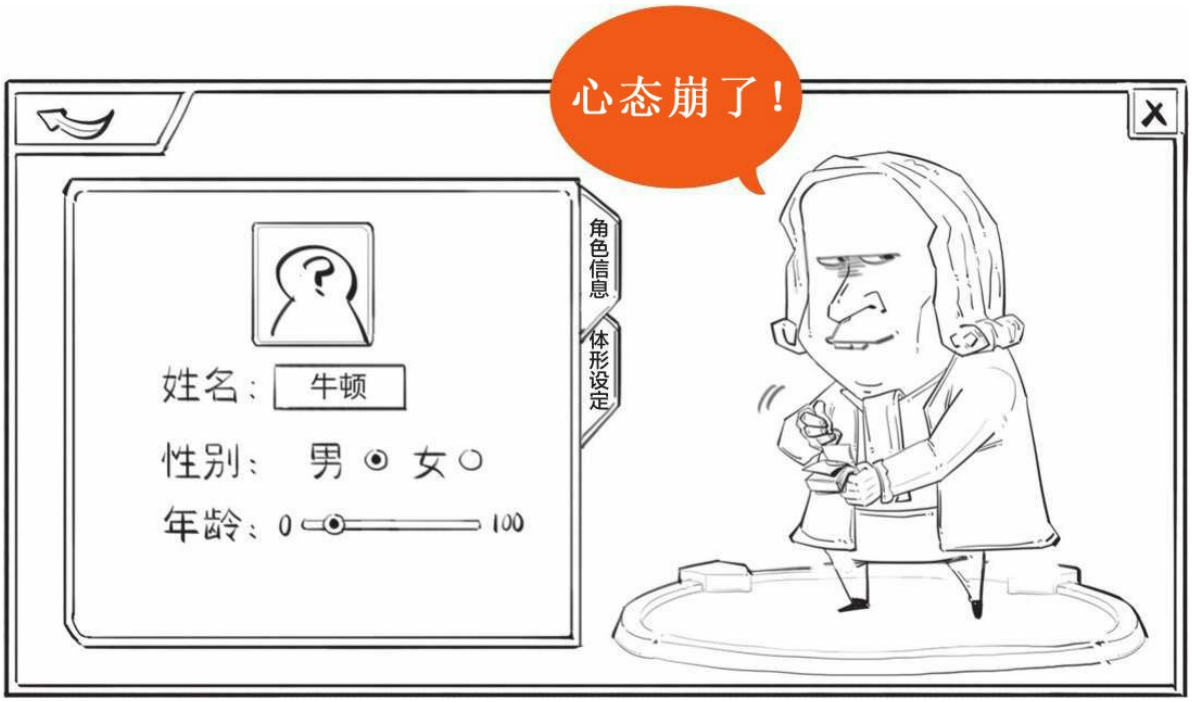
1643年的圣诞节，在英国的一个小乡村里，一个孩子呱呱坠地。而在他出生之前，他的父亲就去世了。这个孩子就是牛顿。

牛顿刚出生时很瘦小，一脸病态，据说小到可以装进一个大杯子中，很多人都认为他会夭折。

一开始，牛顿和母亲相依为命；到了三岁，母亲改嫁，把他丢给外公和外婆抚养。

这对牛顿幼小的心灵造成了极大创伤，从而也造成了他诡异的性格——

偏执、孤僻、好胜心极强、极度爱惜羽毛。



牛顿是虔诚的基督教徒，但他信奉的不是主流的天主教，而是阿里乌教，这个教派也被视为异端。

这个教派认为，基督教的经典被篡改了，他们要恢复被篡改的经典的原貌。

因为牛顿和耶稣同一天生日，所以牛顿一直坚信自己是被上帝选中的少数人之一，他有职责和义务把被篡改的基督教经典恢复如初。

温馨辟谣：

很多人都说牛顿晚年才开始研究神学，这是不对的，牛顿一生都在研究神学，只是他信仰的教派被称为异端，因此一直都不敢如实说出来罢了。这是后人在牛顿留下的笔记中发现的。

那么，如此宏大的人生目标要如何实现呢？

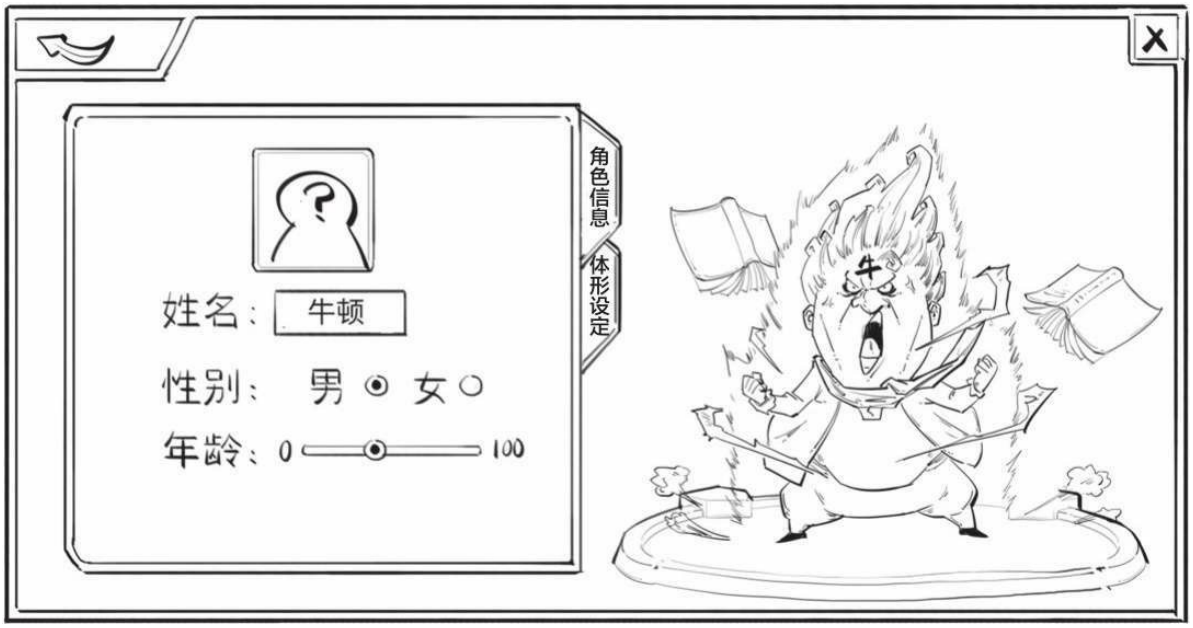
牛顿想到的是通过炼金术、科学等研究手段来发现上帝预设的宇宙规律，以此来完成使命。

很多人以为牛顿是个科学家，实际上在他心目中自己是一个神学家、炼金术师及自然哲学家。

牛顿毕生留下了百万字的炼金术手稿和神学手稿，而且他还有很多兼职，当过造币厂厂长、国会议员、英国皇家学会会长，他还是第一个提出金本位制的人。

在上大学之前，牛顿一直是个超级学霸，进入剑桥大学后，路子开始跑偏，成了另类学霸。

因为牛顿发现，当时的教材都太老了，不够味儿，于是他决定自己玩，转而阅读大量涌现出来的新的研究成果的文献，其中就包括哥白尼、伽利略、笛卡儿等人的著作，这使得他功力大增。



后来英国伦敦发生瘟疫，为了躲避瘟疫，牛顿回到了乡下老家。

居家隔离自古有之，大多数人在家做咸鱼，你以为牛顿也会这样吗？

实际上，牛顿在家疯狂开挂。

他先是搞定了广义二项式定理，接着又发明了微积分，不过他管这个叫流数。

同时还给万有引力定律以及光学的研究开了个头。

这段时间主要是1665—1666年。在科学史上有两个奇迹年：一个是1666年的牛顿奇迹年，一个是1905年的爱因斯坦奇迹年。

一直有个传说，牛顿是因为在隔离期间脑袋被一个苹果开了光，才有了万有引力定律。

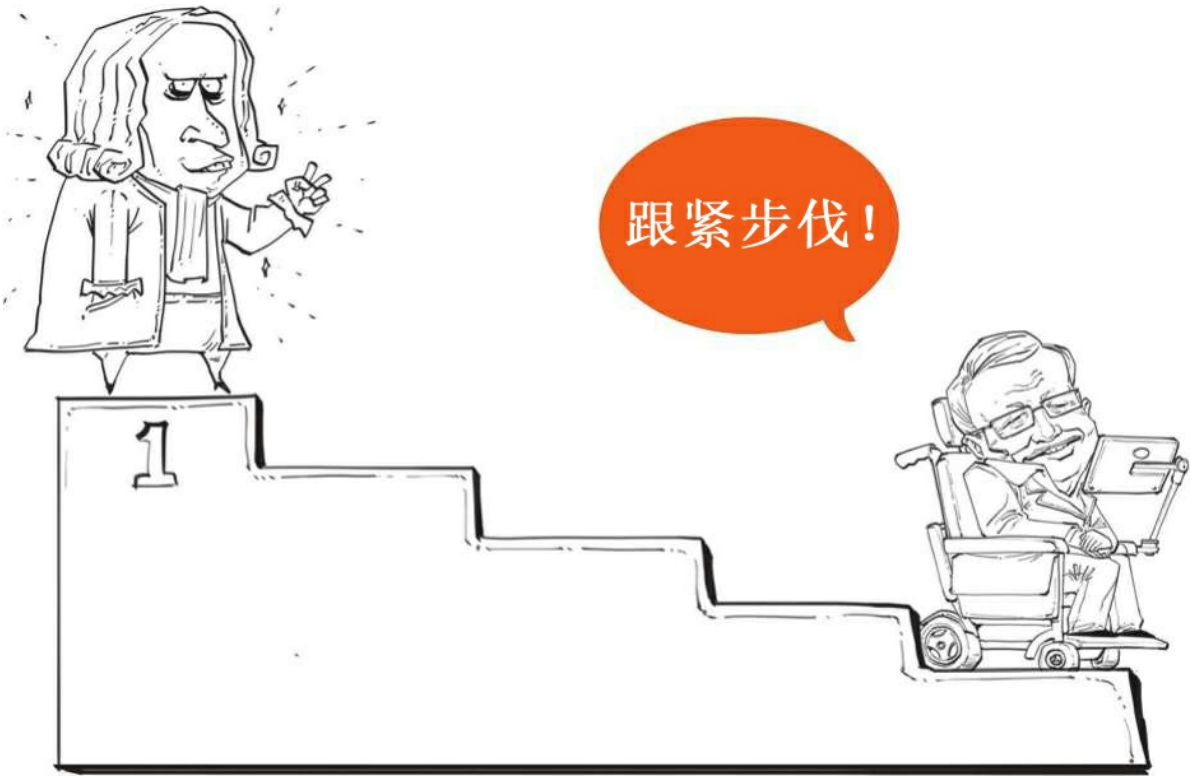
最早记述这件事的是伏尔泰，但他也是道听途说，作为牛顿的铁杆粉丝，他或多或少有些神化了自己的偶像。

牛顿是一个被神化了的学者，这个造神运动早在牛顿在世的时候就开始了，如今我们要了解他，就要客观冷静地看待，不要偏听偏信。

3. 万有引力定律

疫情结束后，牛顿回到学校完成学业，并且接了自己老师巴罗的班，成了卢卡斯数学教授。

这个职位来头不小，在历史上能坐到这个位置的人，清一色是学术大佬，当然牛顿是其中最大的大佬。



照理说，牛顿这么大咖位，应该会有一堆学生搬着小板凳来听课才对，恰恰相反，牛顿相当不受欢迎，课上基本没什么人。

虽然教学生涯一败涂地，但他的学术生涯却开始初露锋芒。

他发明了反射式望远镜，提出了系统的光学理论，成了当时顶级的大学者，还被英国女王接见。

也就是在这个时期，牛顿遇到了自己一生的宿敌——胡克。

苹果达人牛顿VS弹簧超人胡克

胡克，是不是看起来很眼熟？

这个胡克就是提出著名弹性定律的那位科学家，而我们课文里那个发明显微镜的科学家叫列文虎克，他们不是一个人。

曾经有这样一道高考模拟题：

牛顿曾经说过一句名言：“我之所以比别人看得远一些，是因为我站在巨人的肩膀上。”

请你猜想一下牛顿所指的巨人可能是（ ）

A.爱因斯坦　　B.爱迪生

C.伽利略　　D.钱学森

胡克算起来是牛顿的前辈，是当时学术界的大拿。

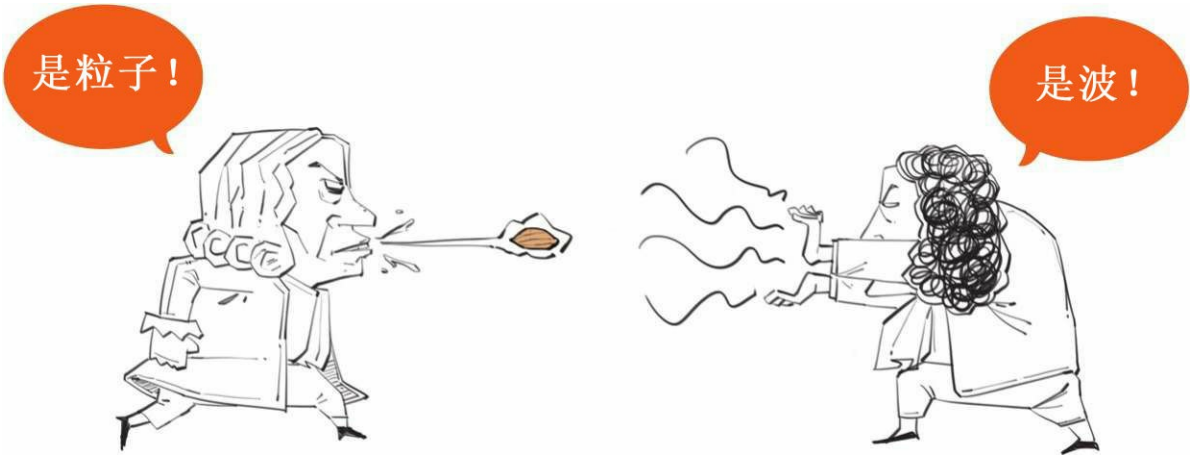
不过这个人很蛮横，还有一个特点：

牛顿作为小鲜肉，也是个暴脾气，两人相互看不惯，一言不合就吵起来。有一次牛顿写信讽刺胡克，说：

这句话看似谦虚，好像还夸了胡克，但考虑到胡克驼背严重，又身材矮小，大家可以自己细品一下其中深意……

所以这句话其实是反话，让胡克反驳不是，不反驳也不是，堪称骂人不带脏字的经典案例。

牛顿和胡克在很多问题上都互相抬过杠，比如他们争论过：光到底是什么？



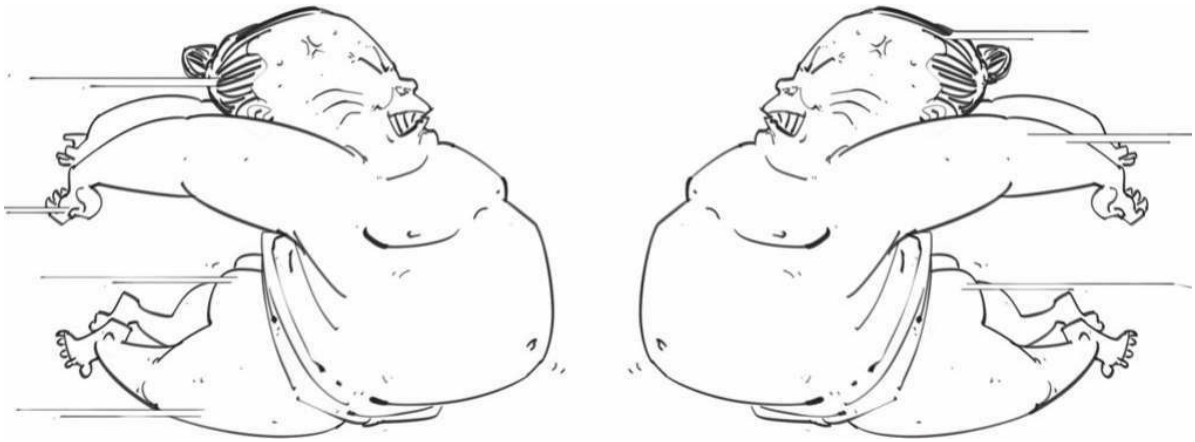
如今我们知道光同时具有波动性和粒子性，也就是说其实两人说得都对。科学家围绕着光的本质争吵了三百年，最后吵出了量子力学。

两人几乎终身都恪守着同一准则，凡是对方反对的，自己都赞同。

除了光，他们争吵最多的问题，就是——

万有引力定律。

万有引力定律说的是：万物之间都有彼此相互吸引的力。



这个力与物体之间的距离的平方成反比，与物体的质量成正比。

两个物体的质量

$$F_{万有引力} = G\boxed{M\ m} \times \frac{1}{R^2}$$

万有引力常数

物体之间的距离

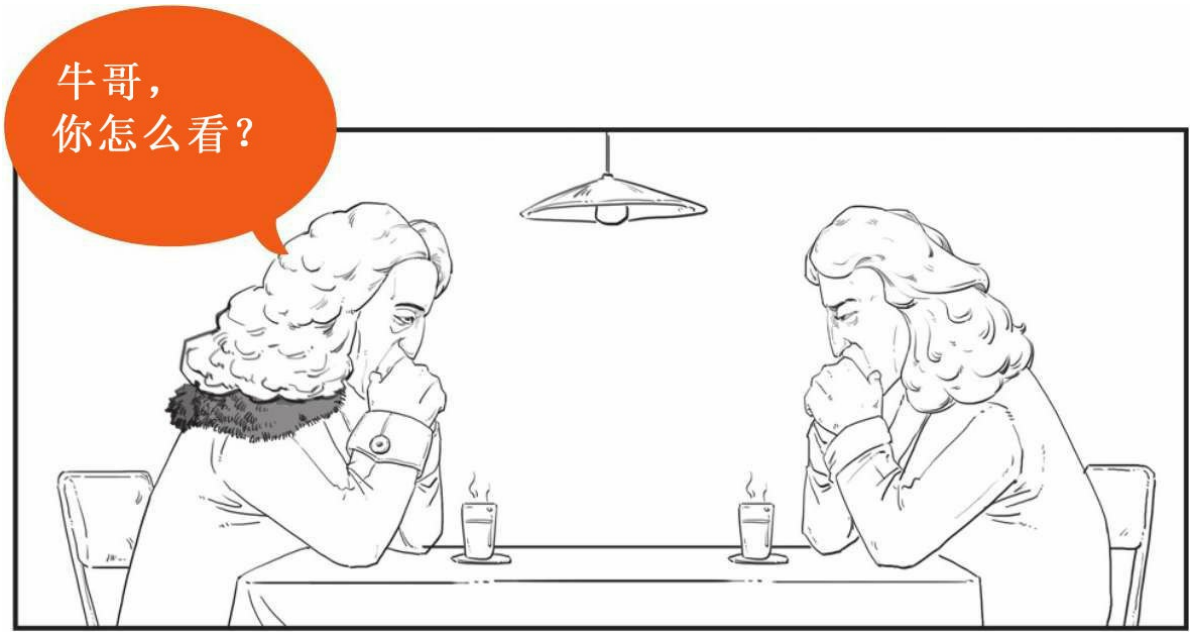
别看这个公式用起来容易，证明它可费了老大劲了。

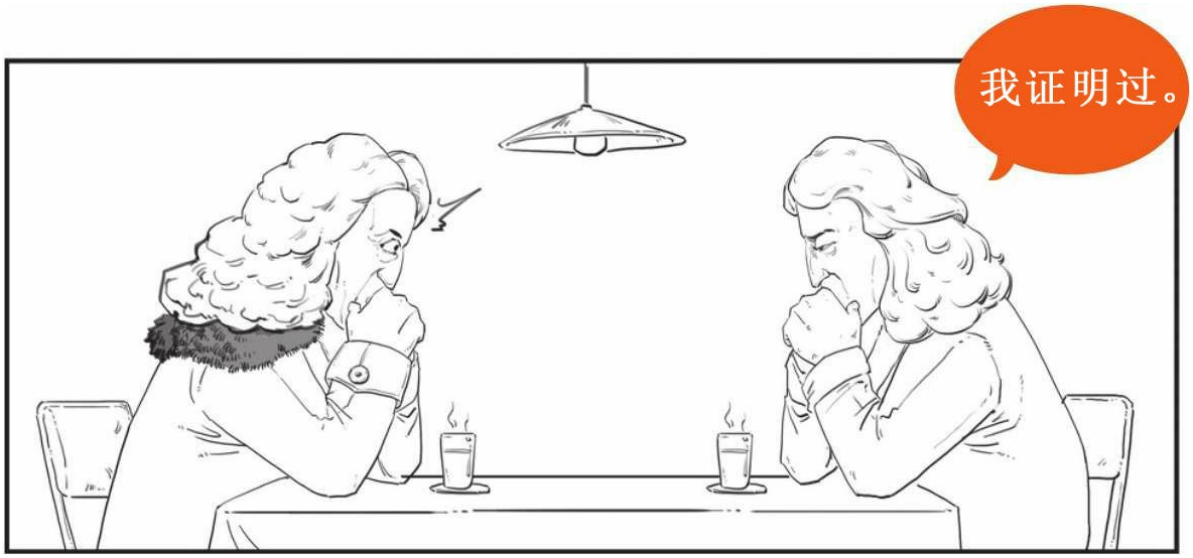
其实，这个平方反比的规律在很早前就已经被发现了……

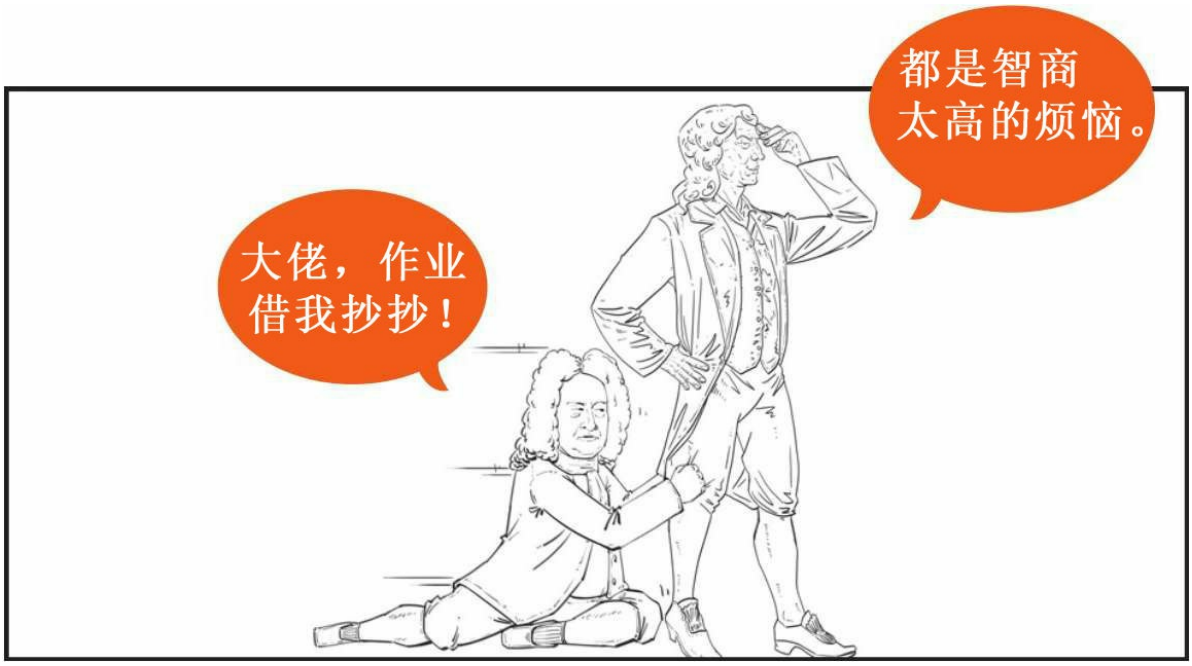
传说有一天胡克和哈雷等人在咖啡店唠嗑，谈话间就提到了这个平方反比的定律。

但是没有人具备证明万有引力定律的实力，胡克称自己做得到，却一直拿不出可靠的数学证明。

于是哈雷想到了牛顿，他来到牛顿家里，向他请教这个胡克都没能解决的问题。


牛哥，
你怎么看？

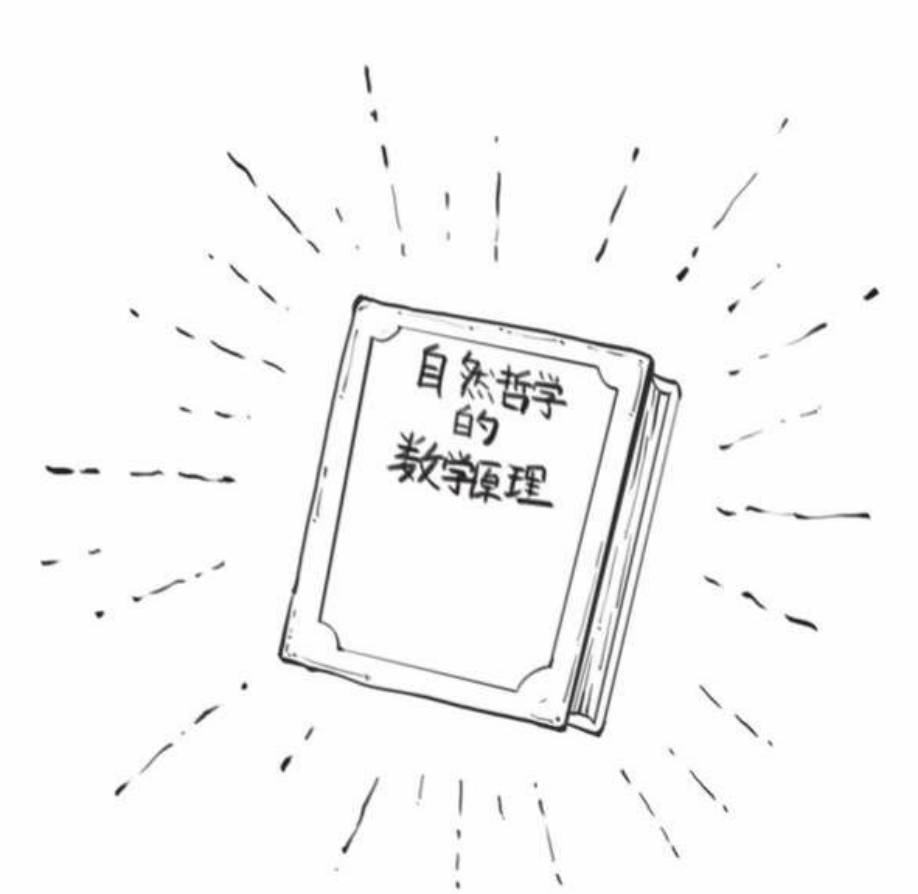

我证明过。



后来牛顿写了篇只有九页的论文，叫《论星体的轨道运动》，用微积分详细论证了在平方反比的万有引力下，行星的运行轨道为椭圆形。

他把这篇论文寄给哈雷。

后来，在哈雷的资助下，牛顿出版了《自然哲学的数学原理》，我们亲切地把这本书称为《原理》。



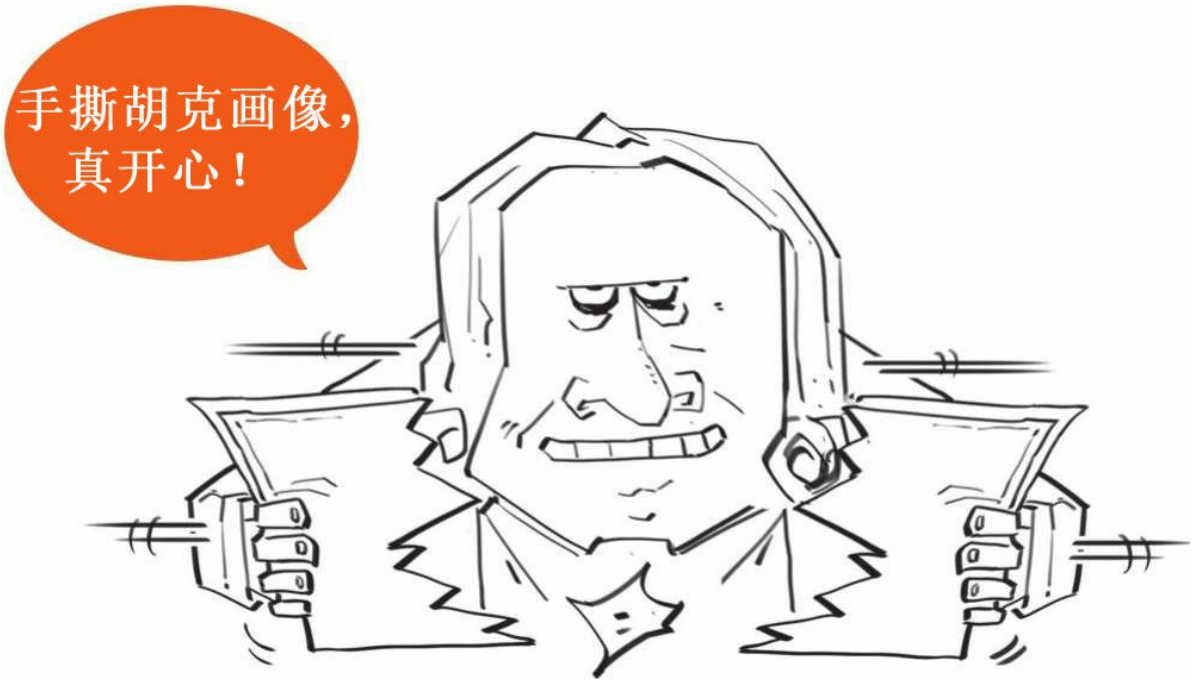
胡克看到牛顿出书，有些眼红，而且他觉得牛顿能证明出来，也有他自己的一份功劳。

但是第一版《原理》中记录自己功劳的地方太少，于是就跑去跟牛顿谈判。

胡克希望牛顿能如实把自己的功劳记录在书中，结果牛顿很生气，反而在《原理》第二版中几乎把和胡克相关的内容删得一干二净。

客观地说，胡克对于万有引力定律是做出过一些贡献的，他曾和牛顿通过几次信，交流过对万有引力的一些想法，牛顿因此受到了不少启发。

后来胡克因病去世，牛顿则成了英国皇家学会的掌门人，他解散了胡克的实验室，还销毁了大量胡克的手稿和画像，以至于后人都不知道胡克的样子。

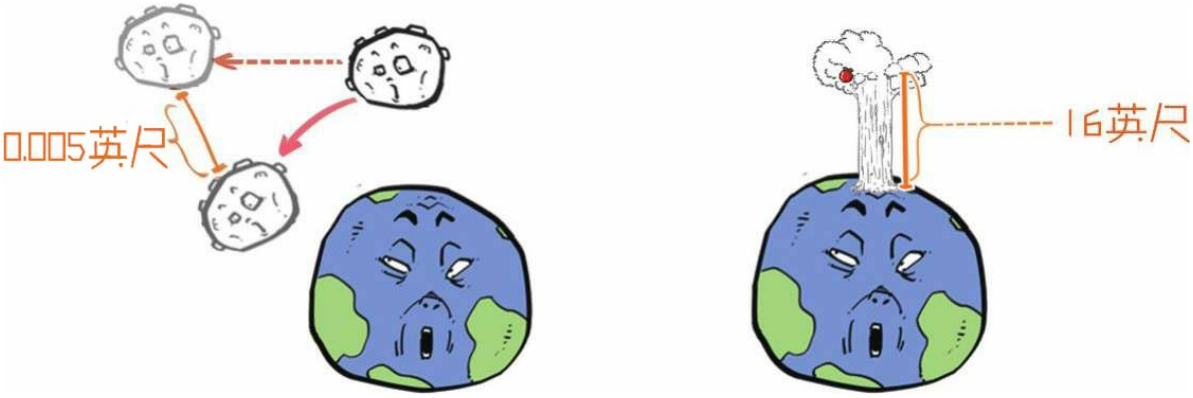


牛顿证明万有引力定律的过程，这里就不详细说了，比起枯燥的数学证明，对于普通人而言，更珍贵的是他思考出万有引力定律的过程。

在《原理》中，牛顿就介绍过自己是如何思考万有引力的，我们这里举两个例子。

思想实验一

牛顿通过数学计算，发现在引力作用下，月球从静止开始1秒下落0.005英尺，而苹果从静止开始1秒下落16英尺。(1英尺约等于0.3米。)

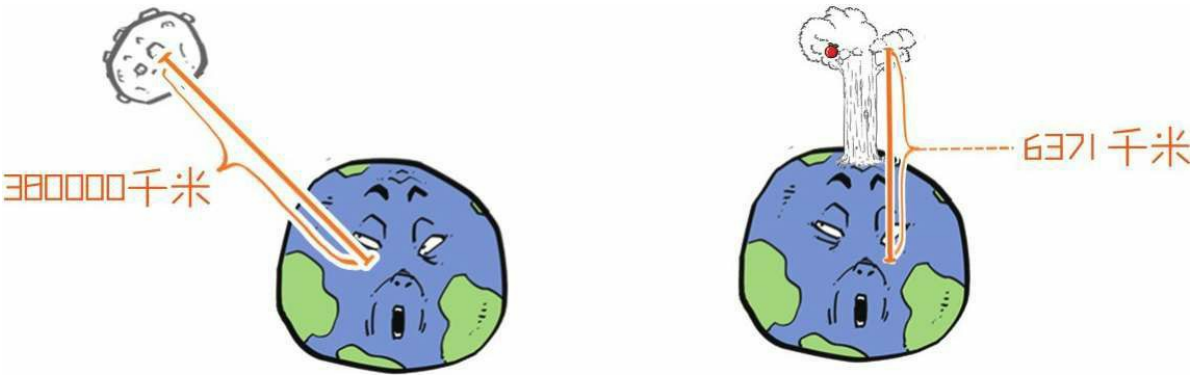


牛顿当时已经知道，初速度为0的两个物体，在同一时间内下落的高度和它们所受到的力成正比。

因此就有了这样一个比值：

$$\frac{\text{苹果受到的引力}}{\text{月球受到的引力}} = \frac{\text{苹果下落距离}}{\text{月球下落距离}} = \frac{16}{0.005} = 3200$$

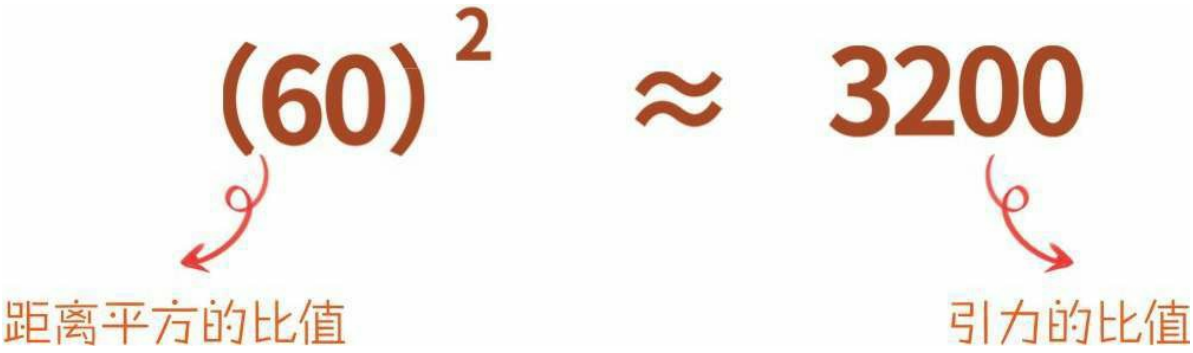
而月球到地球的平均距离大概是380000千米，苹果到地心的距离大约是6371千米。



这两者的比值为：

$$\frac{\text{苹果到地心的距离}}{\text{地月平均距离}} = \frac{6371}{380000} \approx \frac{1}{60}$$

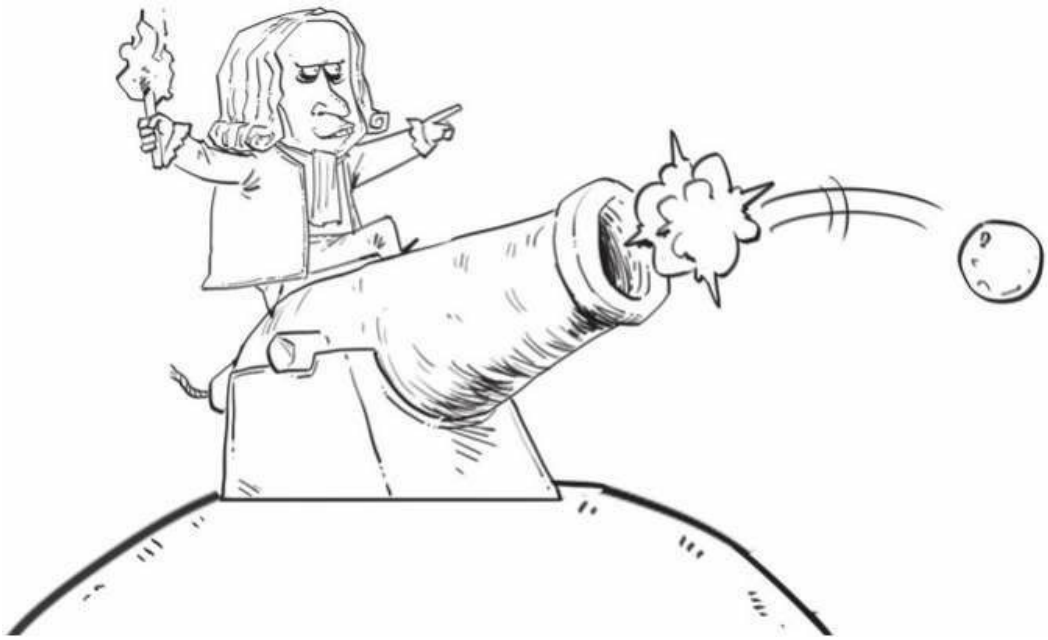
对照前后两个比值，得出



于是，牛顿就猜测万有引力与距离的平方成反比。

思想实验二

除了这个粗略的估算之外，他还提出了一个叫作“牛顿大炮”的概念。



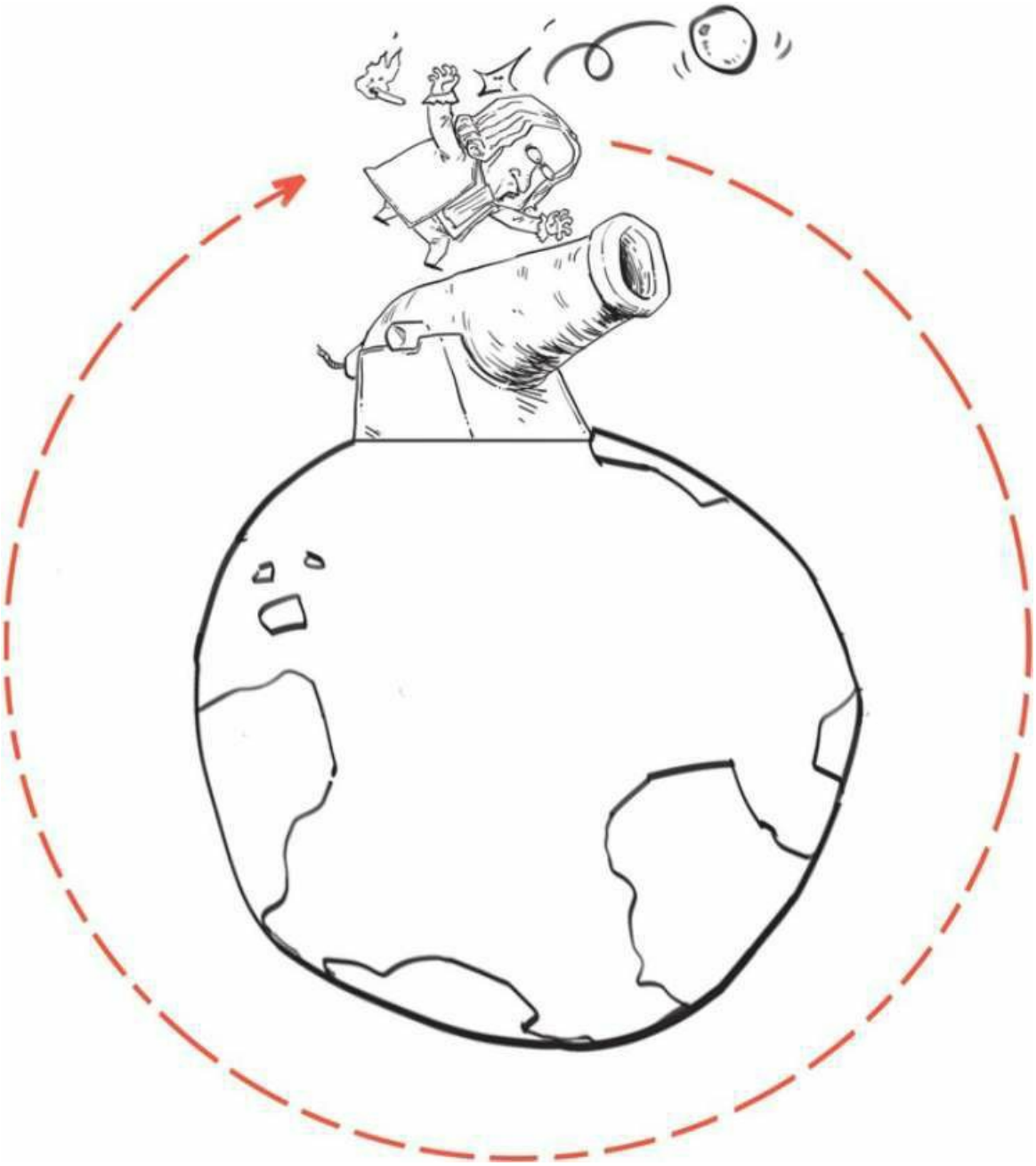
如果有个理想的大炮向正前方打出炮弹，那炮弹运动的轨迹应该是抛物线。

这说明炮弹打出去后会下落，而地球是个球体，地面是向下弯曲的。

牛顿就开始琢磨：

如果地面向下弯曲的程度正好和炮弹下落的程度一样呢？

那炮弹不就沿着地面飞行了吗？



牛顿不仅想象力丰富，还十分严谨。为了证明万有引力定律是对的，他需要准确的观测数据。

这时候，他盯上了第一任格林尼治天文台台长：

弗拉姆斯蒂德

这位天文学家手里拥有极准确的天文观测数据，但他和胡克一样，是牛顿的死对头。

弗拉姆斯蒂德的数据来自几十年如一日的观测，早期天文台设备简陋，几乎都是他自掏腰包进行观测，这些数据就是他的心血，所以他并不想给牛顿。

后来牛顿利用不那么正当的手段成功拿到了数据，并在《原理》当中引用了这些数据。

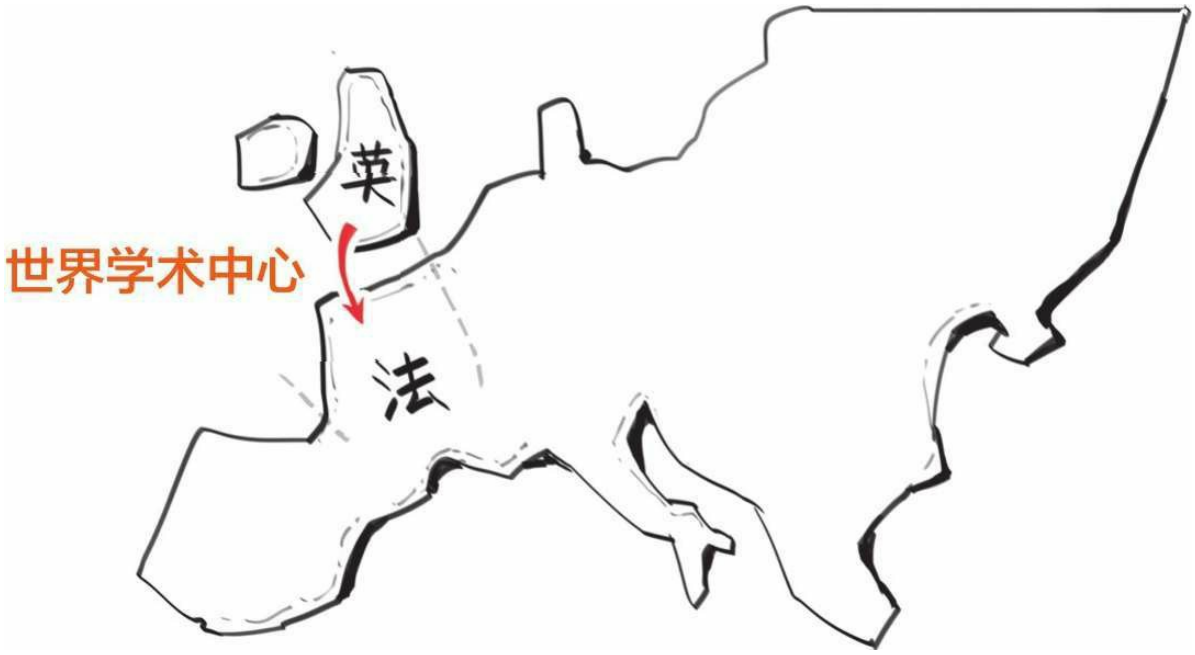
不仅如此，他还把弗拉姆斯蒂德的名字也从第二版《原理》中删去了。

除了胡克和弗拉姆斯蒂德，和牛顿不对付的还有数学家莱布尼茨。此人也是个全才，和牛顿不相上下。他和牛顿因为微积分发明权吵得不可开交。

按照目前考证的结果，牛顿要早于莱布尼茨发明微积分，但莱布尼茨发表得更早，因此一般认为两人是分别独立发明了微积分。

这场旷日持久的骂战，使得英国学术圈和欧洲大陆从此交恶。

牛顿的时代，英国是世界学术的中心；牛顿死后，两地一百多年没有交流，世界学术中心也慢慢转移到了法国。

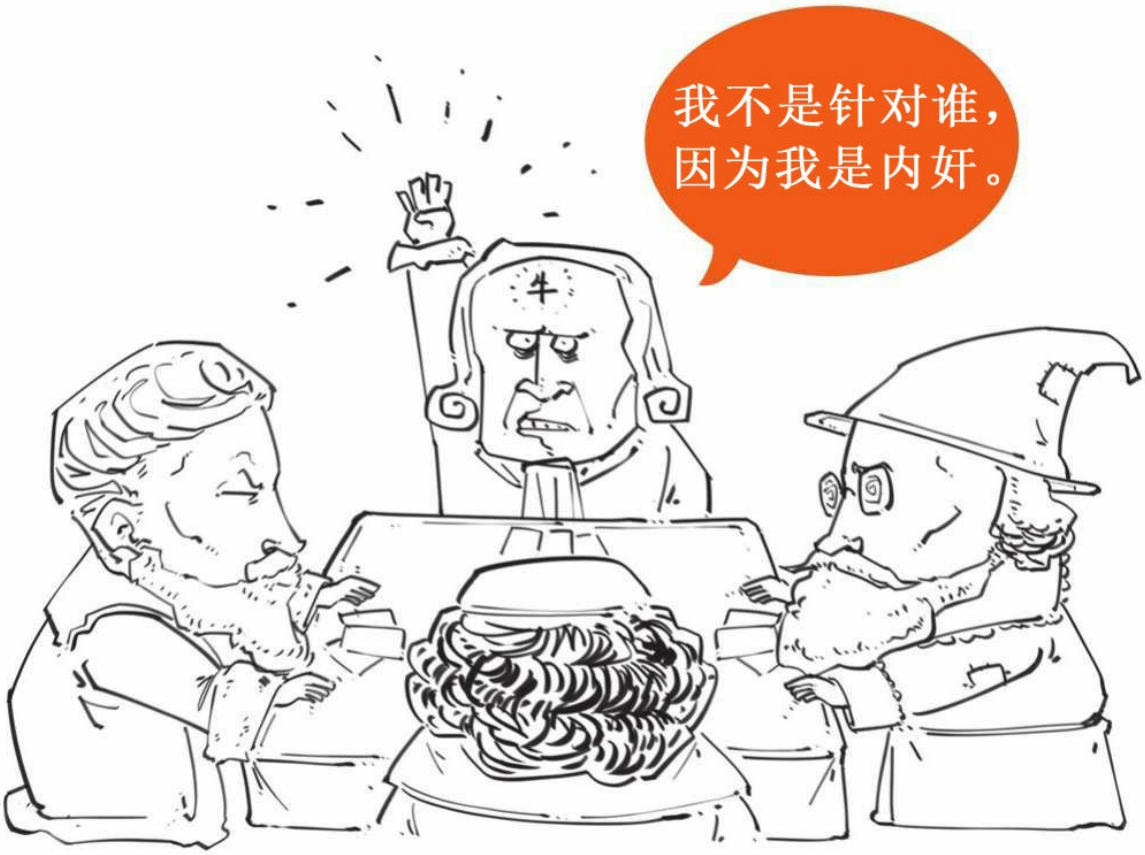


4. 牛顿革命

之前，我们聊过著名的哥白尼革命，参与这场革命的有哥白尼、伽利略、第谷、开普勒。牛顿不仅参加了革命，他还革了革命的命。

牛顿发起的著名科学革命，史称——

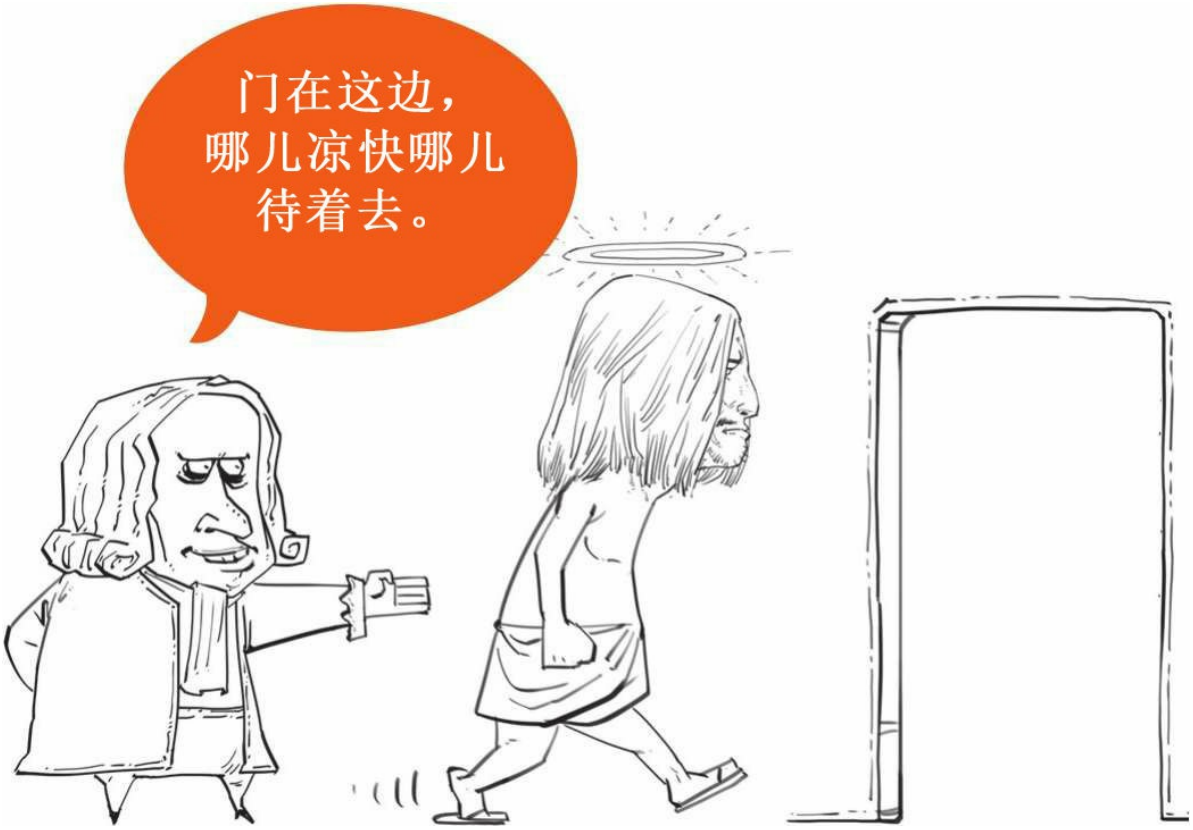
牛顿革命



如果说哥白尼革命的本质是把宇宙的中心从地球转移到了太阳。那么什么是牛顿革命呢？

用一句话概括，就是——

请上帝离开。



在牛顿之前，统治西方世界的主要是地心说和亚里士多德世界观，在这套体系中，需要上帝驱动，世界才可以运转。

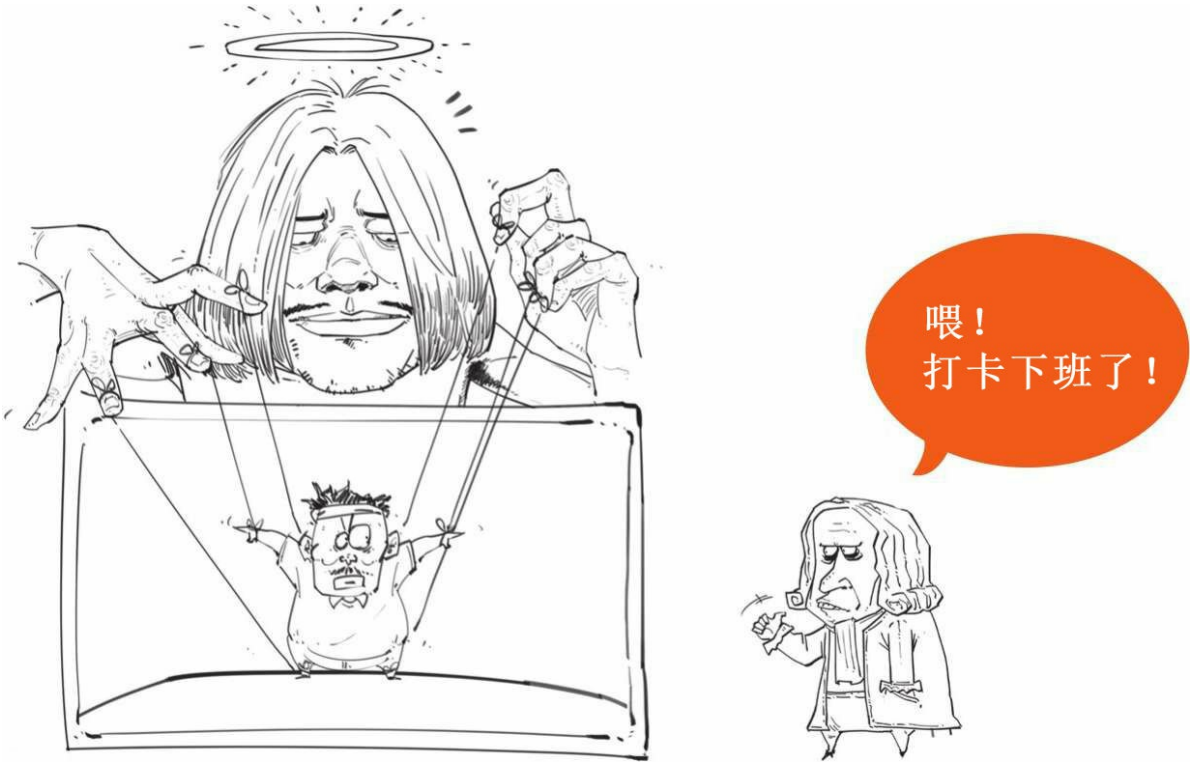
即使到了哥白尼、伽利略和开普勒的时代，他们的理论依旧需要上帝存在。

注意，我们这里指的是牛顿理论所代表的世界观，不是牛顿本人的世界观。牛顿只是起点，后来的许多学者深化了他的理论。

实际上牛顿本人认为上帝是存在的，他还试图证明上帝存在，只不过没有实现罢了。

牛顿把他之前的理论进行了一次大筛选和大串联，然后提出了著名的牛顿三大定律和万有引力定律，实现了宇宙和地球上物理学规律的统一，形成了一套新的世界观。

同时，牛顿的这套新的世界观当中，不需要上帝存在，宇宙就像一台巨大的机器，可以自行运转。



因此牛顿的墓志铭是这样写的：

牛顿去世后被葬于伦敦威斯敏斯特教堂，在牛顿以前，这里只安葬一些王公贵族，牛顿是第一位安葬在这里的学者。

也就是从这时候起，科学开始摆脱神学、哲学、炼金术、占星术和魔法的束缚，成为一套自成体系的学科，开始蓬勃发展。

那么，接下来会诞生哪些有趣的科学理论呢？

科学又将何去何从？

欲知后事如何，请看《半小时漫画科学史2》。

参考书目

[1]洛伊斯·N·玛格纳.生命科学史[M].上海:上海人民出版社,2018

[2] 陈方正.继承与叛逆：现代科学为何出现于西方[M].北京:生活·读书·新知三联书店,2011

[3] 理查德·德威特.世界观：科学史与科学哲学导论[M].北京:电子工业出版社,2014

[4]江晓原.科学外史[M].上海:上海人民出版社,2017

[5]罗布·艾利夫.牛顿新传[M].南京:译林出版社,2015

[6]迈克尔·怀特.牛顿传[M].北京:中信出版社,2020

[7]I·B·科恩.科学革命[M].南昌:江西教育出版社,1990

[8]乔治·萨顿.希腊化时代的科学与文化[M].郑州:大象出版社,2012

[9] 约翰·A·舒斯特.科学史与科学哲学导论[M].上海:上海科技教育出版社,2013

[10]吴国盛.科学的历程[M].长沙:湖南科学技术出版社,2018

[11]哥白尼.天体运行论[M].北京:北京大学出版社,2006

[13]亚历山大·柯瓦雷.伽利略研究[M].北京:北京大学出版社,2008

[14]詹姆斯·格雷克.牛顿传[M].北京:高等教育出版社,2004

[15]牛顿.自然哲学之数学原理[M].北京:北京大学出版社,2006

[16]武际可.力学史杂谈[M].北京:高等教育出版社,2009

[17]江晓原.科学史十五讲(第二版)[M].北京:北京大学出版社,2016

[18]W.C.丹皮尔.科学史[M].北京:中国人民大学出版社,2010

[19]欧几里得.几何原本[M].南昌:江西人民出版社,2019

[20]刘学富.基础天文学[M].北京:高等教育出版社,2004

[21]邓晓芒,赵林.西方哲学史[M].北京:高等教育出版社,2005

[22]赵林.西方文化概论[M].北京:高等教育出版社,2008

[23]吴军.全球科技通史[M].北京:中信出版社,2019

[24]鲍·格·库兹涅佐夫.伽利略传[M].北京:商务印书馆,2001

[25] 爱德华·多尼克.机械宇宙：艾萨克·牛顿、皇家学会与现代世界的诞生[M].北京:社会科学文献出版

社,2016

[26]威尔·杜兰特.世界文明史[M].北京:华夏出版社,2010

半小时
漫画科学史2

陈磊 · 半小时漫画团队 著

文匯出版社

图书在版编目（CIP）数据

半小时漫画科学史 ：2 / 陈磊·半小时漫画团队著.
-- 上海 ： 文汇出版社，2020.11
ISBN 978-7-5496-3349-4

Ⅰ. ①半… Ⅱ. ①陈… Ⅲ. ①自然科学史－世界－普及读物 Ⅳ. ①N091-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第190457号

半小时漫画科学史：2

作　　者 / 陈磊·半小时漫画团队

责任编辑 / 若　晨
特邀编辑 / 肖　飒　　李晓兴
封面装帧 / 汪芝灵

出版发行 / 文匯出版社
上海市威海路 755 号
（邮政编码 200041）
经　　销 / 全国新华书店
印刷装订 / 北京中科印刷有限公司
版　　次 / 2020 年 11 月第 1 版
印　　次 / 2020 年 11 月第 1 次印刷
开　　本 / 880mm × 1230mm　1/32
字　　数 / 45 千字
印　　张 / 9.5

ISBN 978-7-5496-3349-4
定　　价 / 45.00元

侵权必究
装订质量问题，请致电010-87681002（免费更换，邮寄到付）

陈磊·半小时漫画团队介绍

总策划：陈磊

杨继磊

进击的石头

张琦琦

七宝不是八宝

吴钟铭

理性乐观派

张华

绍兴爱因斯坦

颜紫霞

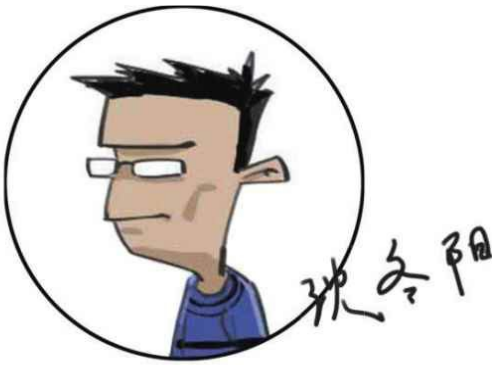
荆楚理科女

李建红

睡不饱的小仙女

焦旭

闷骚领域先锋



沈冬阳

想胖的瘦子

范钧韦

UFO驾驶员

季志明

向往自然科学的画师

唐宇翔

爱好历史的游戏迷

潘阔

铁岭潘安

宋昊达

混知武力值巅峰

宋淑宁

直击灵魂的画手

徐雷凤

七宝池中妙晓莲

于岩

能写能画能打全能选手

闫宏凯

碳酸战士

赵瑞丽

无情洗碗机

目录

陈磊·半小时漫画团队介绍

一、欧洲那旮旯，颠覆三观才有的文化

二、欧洲科学院的诞生

三、搞正经化学，从认清元素开始

四、原子来了，元素周期表还会远吗

五、怼空气怼出的分子论

六、永动机的宿敌——能量守恒定律

七、百分百热机哪里找

八、十八世纪的博物学家，怎么一个比一个奇葩

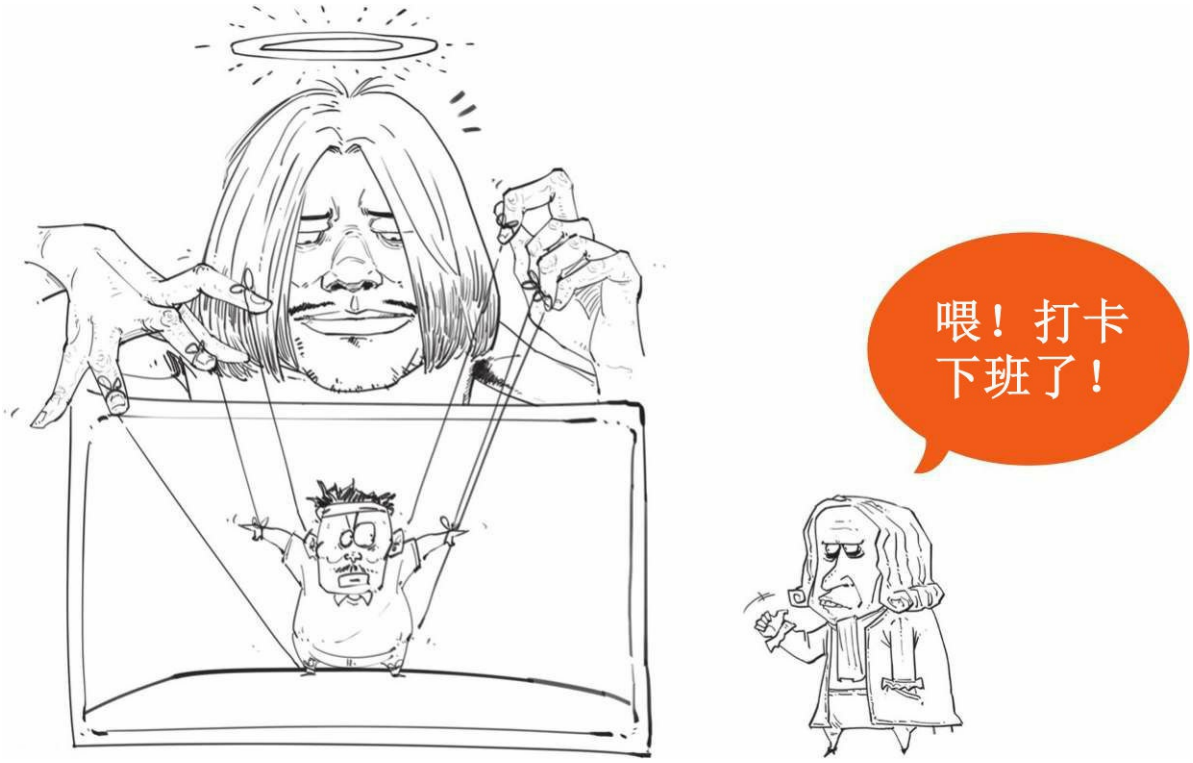
九、你不知道的进化论

十、番外篇——第一次工业革命

参考书目

一、欧洲那旮旯，颠覆三观才有的文化

上本书里，我们说到牛顿提出了牛顿力学与万有引力定律，把上帝请出了这个世界。



他使得物理学走上了科学化的道路。

但牛顿的成功不是巧合，而是在欧洲几次大规模扫盲与科学院建立的时代背景之下才得以实现。

从牛顿的时代起，陆续涌现出了许多杰出的科学家，比如：

现代化学之父：拉瓦锡

史上最强民科之一，热功当量提出者：焦耳

进化论提出者：达尔文

这些科学家对各自领域走向科学化做出了伟大的贡献。

要了解他们的事迹，我们得穿越一下，先从孕育了这些科学家的时代背景讲起。

我们说过科学起源于欧洲那旮旯，你一定觉得那里是知识的殿堂，可曾经的欧洲遍地文盲，你要是跟他们讲科学，他们肯定觉得你不科学。

那时的欧洲人根本没啥文化，这种状况的改变还是因为——

三次扫盲运动

首先咱得搞懂这群文盲是咋来的。

Part 1　文化都去哪儿了

欧洲还是古希腊那会儿，比较自由民主，文化气息也浓厚，大家瞎搞的也多。

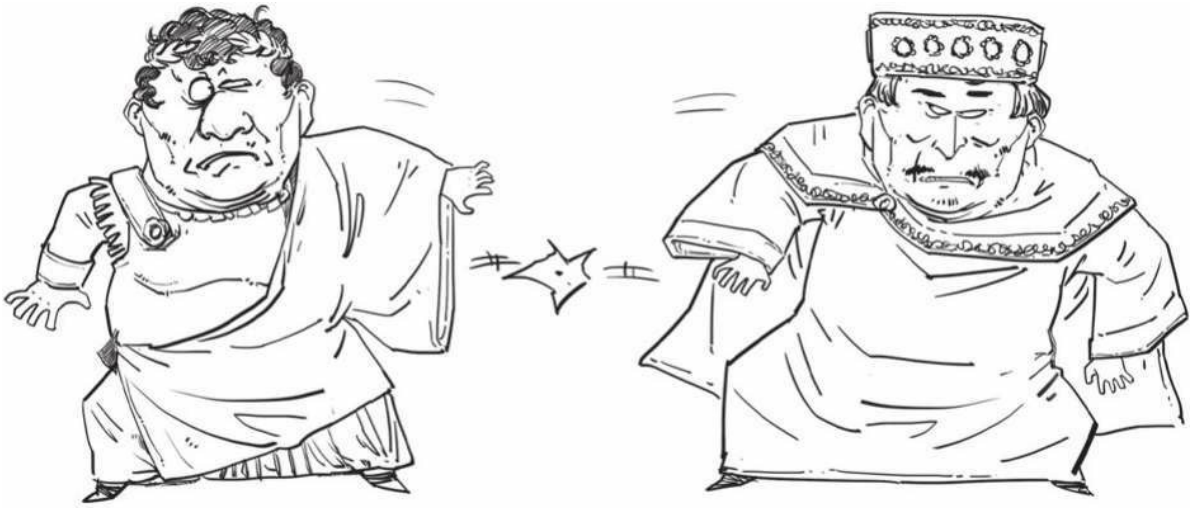
柏拉图和亚里士多德搞出了西方哲学的第一座高峰

欧几里得搞出了平面几何学

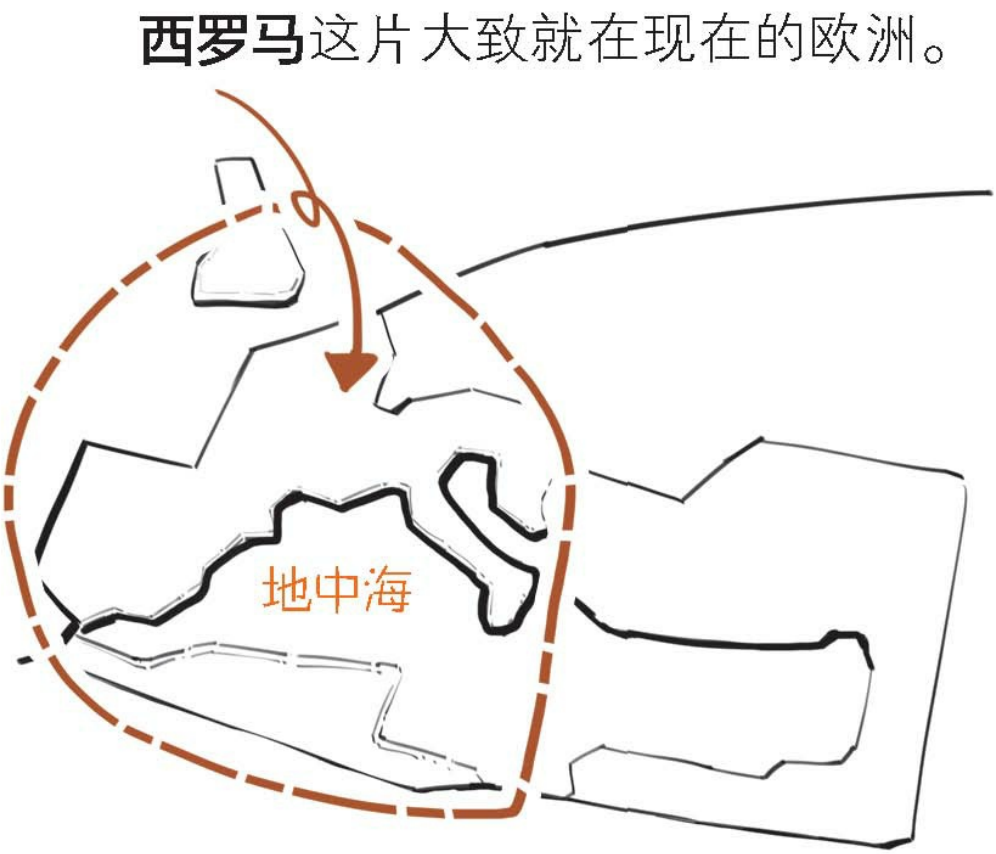
托勒密等人搞出了第一个像样的宇宙模型：地心说

……

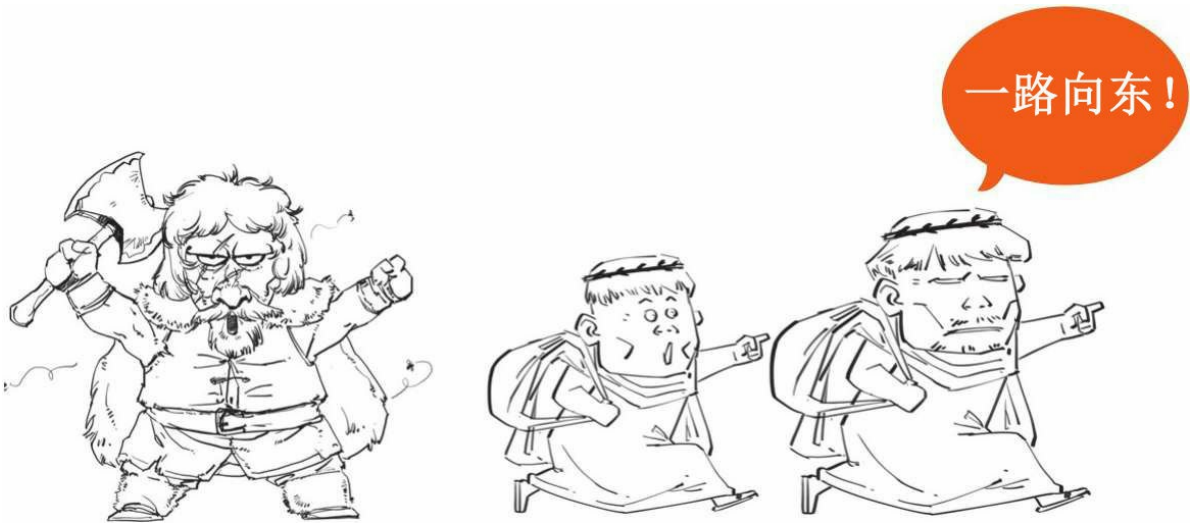
后来希腊被罗马打趴了，可罗马也因为地盘太大搞内斗，咔嚓一下分成了西罗马和东罗马。



西罗马有天主教　　东罗马有东正教

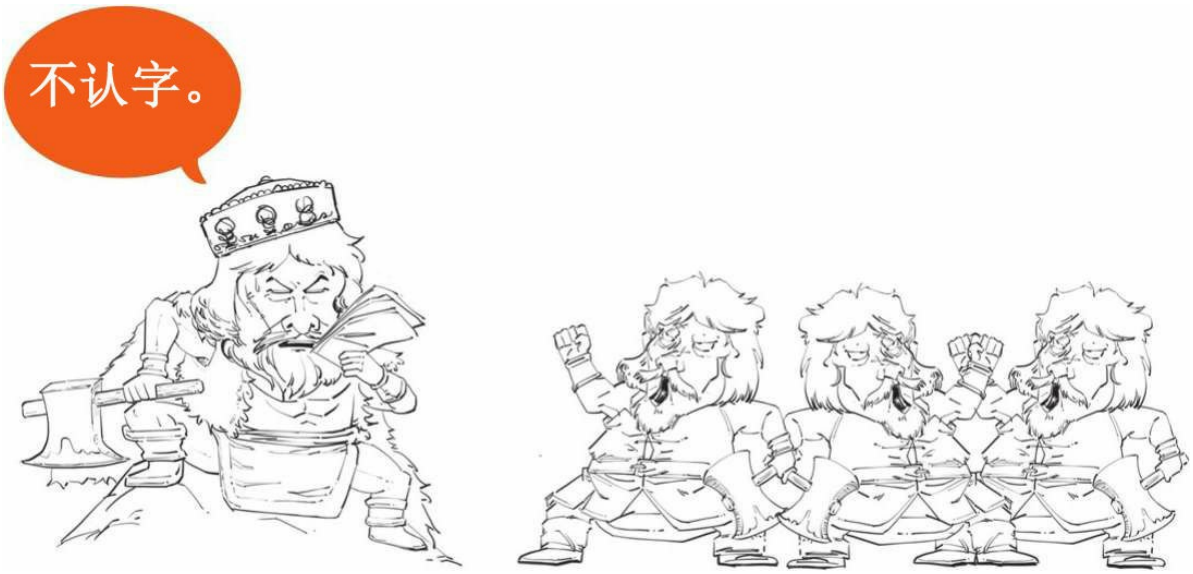


此后又由于西罗马太弱，被北边的蛮族打败，这时欧洲以前的希腊文化也随着那些逃亡的人流落到了东罗马。



于是在欧洲大地上，甭管现在绅士的英国，还是浪漫的法国，都站满了野蛮人。

地盘倍增，就要建国家定制度。可奈何蛮族上下没文化，连国王也是野蛮人，所以摊子一大，国王就管不住了。



当时蛮族没文化到啥程度呢？他们连自己的文字都没有，更别说看懂当时的官话——拉丁语。

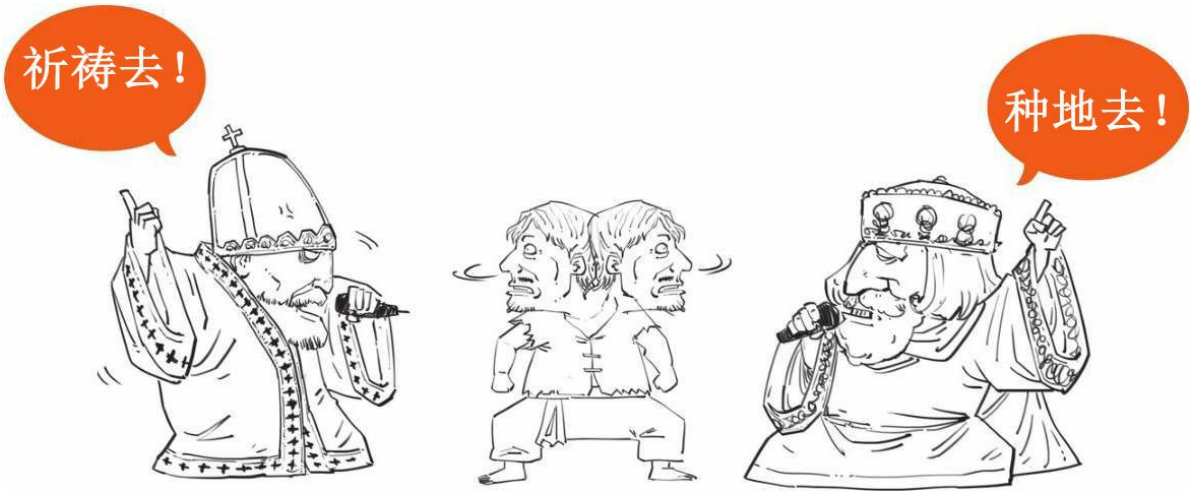
所以要治国还需要文化人。可去哪儿找呢？

这时天主教的人懂拉丁语，读书多，还能看懂《圣经》，能传达神的旨意。

当时大家都信神，天主教能和神沟通，还有谁能不服？

于是国王一拍自己的木头脑袋：利用天主教治国!从此教皇说啥就是啥，大家只能乖乖听话。

所以那时候的欧洲群众，基本是思想归教皇，身体归国王，哪有什么自由可言？



如果我们穿越到此时的欧洲，对市民随机采访，发现在神权和王权的压迫下，他们既没文化又不敢瞎想。

这段欧洲遍地文盲的时期，就是黑暗的中世纪。

很快，令国王尴尬的局面出现了：一个神一样的男人和一个爱满嘴跑火车的领导，你会喜欢谁？

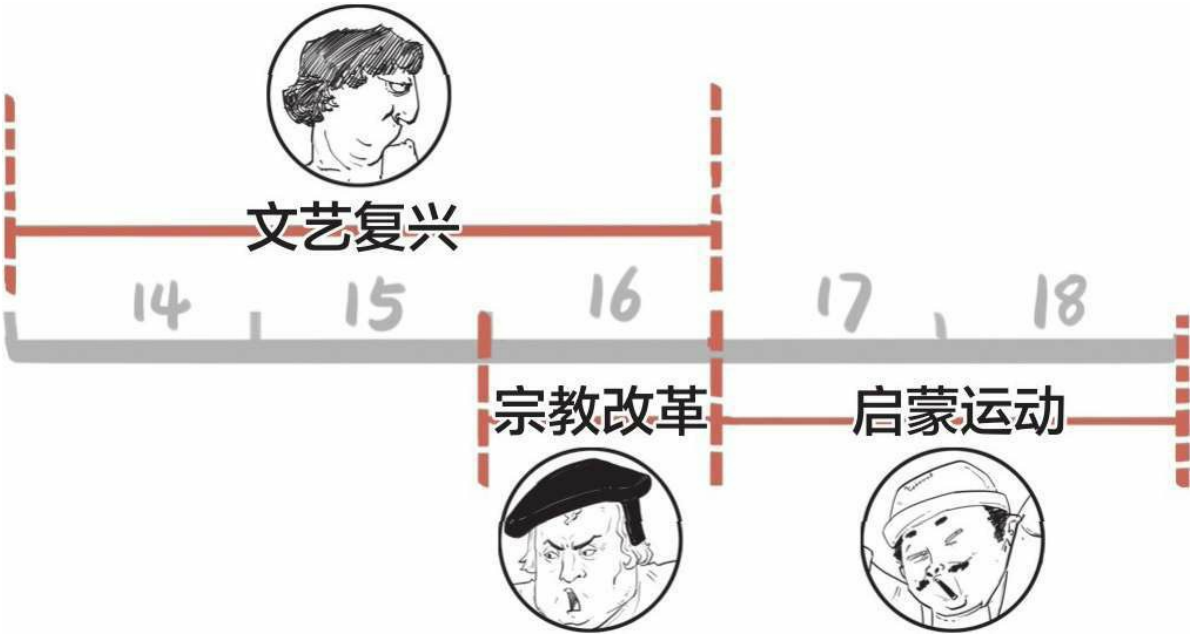
于是教皇的地位很快超过了国王。

不懂拉丁语的国王就这么吃了哑巴亏，虽然他骑马打仗样样精通，但怎么也没想到——

这种局面，国王自然是不服的，他这一不服，就为后来欧洲的扫盲做了贡献。比如文艺复兴时期，国王为了涨粉，就支持建学校。

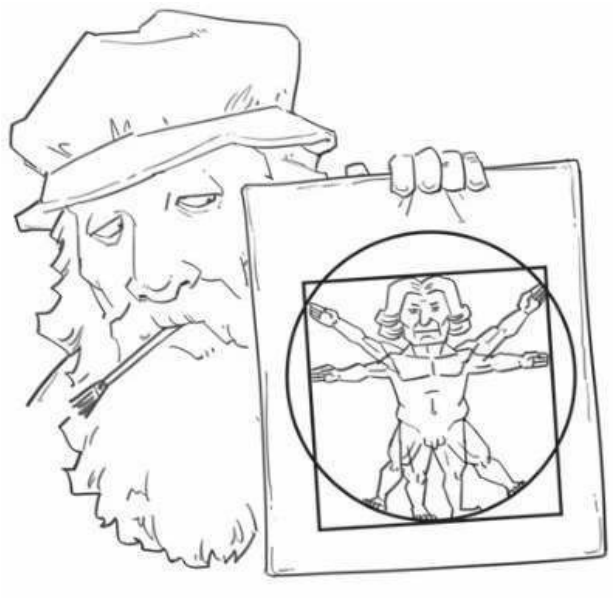
Part 2　三次扫盲

三次扫盲在时间关系上大致是这样的：



文艺复兴在上本书里已经讲过了，大家只要知道文艺复兴不仅让很多人开始主动学习，还带动了科学的进步。比如——

达·芬奇的解剖图纸，为解剖学做了贡献。



笛卡儿的直角坐标系，为数学做了贡献。

也是在这个时期，实验科学加近代归纳法的创始人弗朗西斯·培根喊出了那句名言——

这股知识的力量有多强呢？别的不说了，总之谁和它对抗，它就能把谁撂倒。

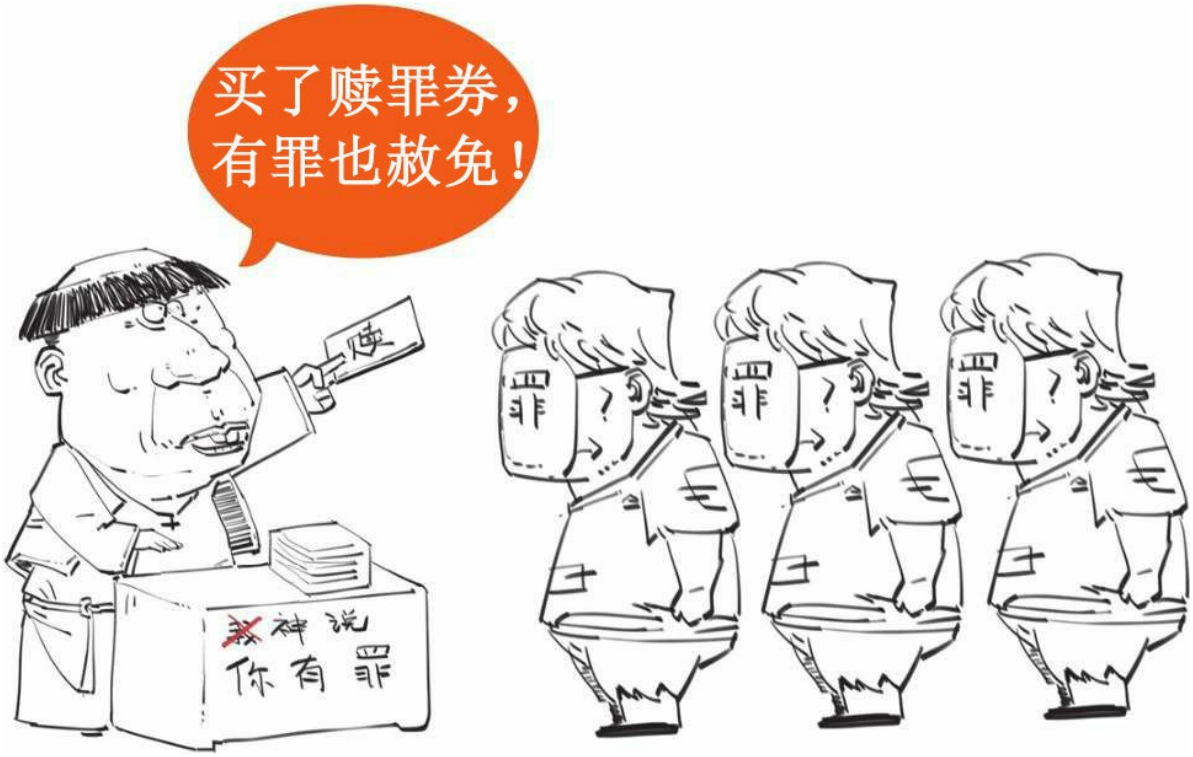
接下来知识的力量慢慢开始在欧洲发挥作用了。

Case 1　宗教改革

就在意大利文艺复兴如火如荼进行的时候，在德意志那旮旯，国家还没统一。皇帝没法子收拾，就让教会来压场子，没想到教会先把皇帝压下去了，抢了统治权。

当时整个欧洲流行黑死病，死了很多人，大家发现就算信神也没用啊，就开始质疑教会。

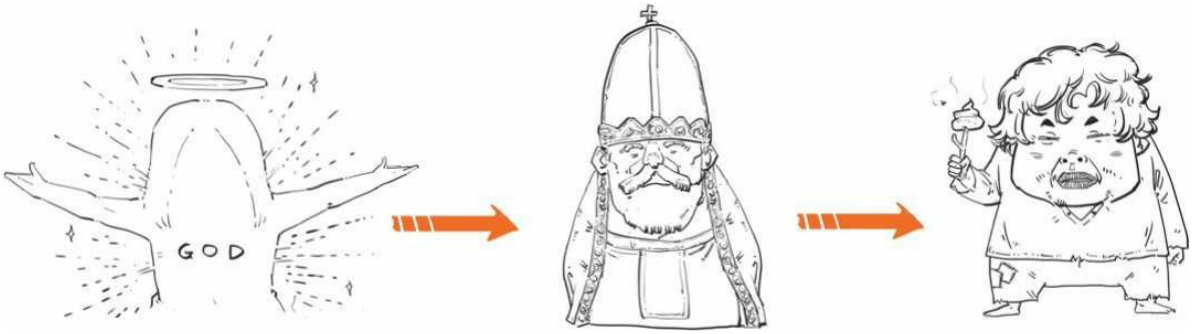
那时教会强势至极，不但独揽大权，还贪钱。除了买卖神职，还编了个赎罪券出来卖。



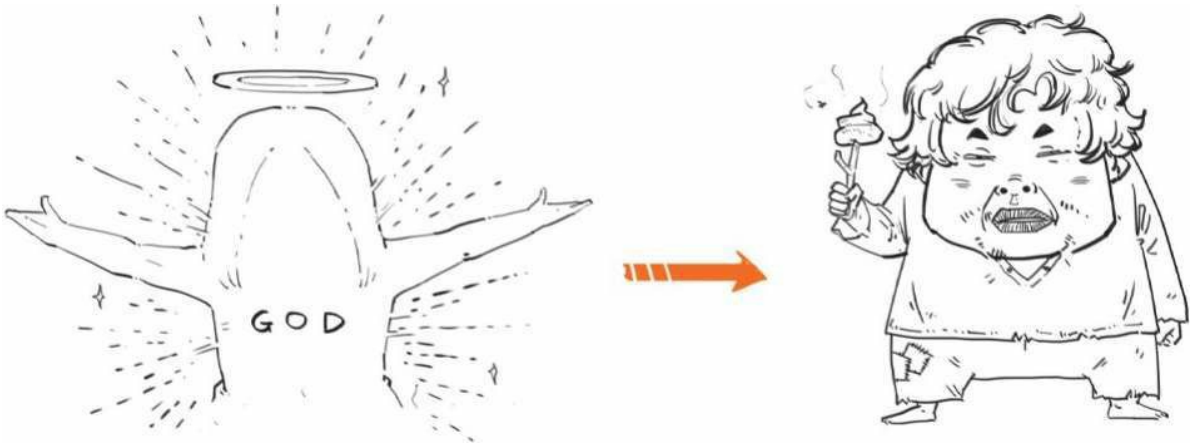
这个时候还以上帝的名义赚黑心钱，教会的行为激怒了一位小马哥——马丁·路德。

路德上过大学，后来做了神父，也当过《圣经》教授。他读《圣经》读出了一个观点——因信称义。只要自己内心信上帝，你就是好人。

当时按天主教的意思，上帝跟信徒交流，要通过教会人员。

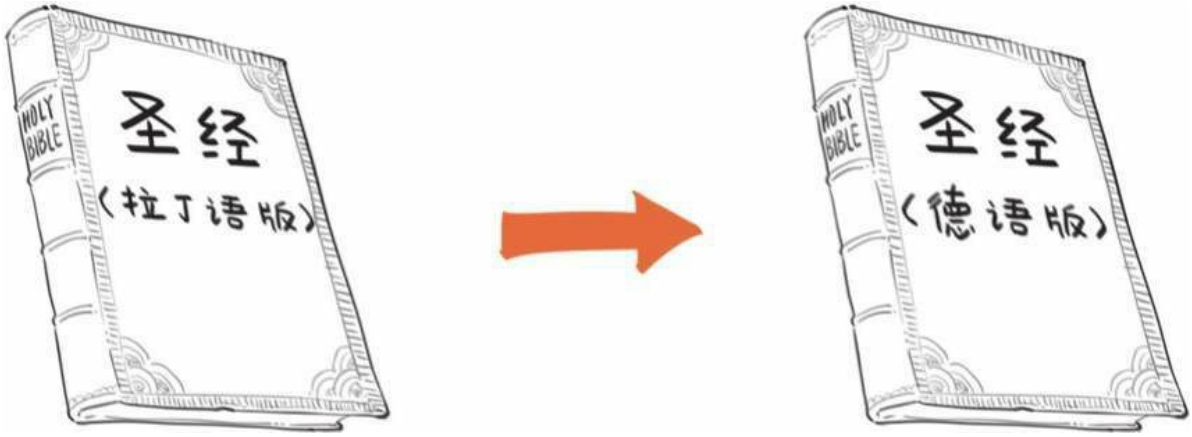


而路德说，上帝可以直接和信徒交流。



路德坚持自己的观点，还公然指责教皇瞎编《圣经》，教会肯定饶不了他，于是路德就跑了。

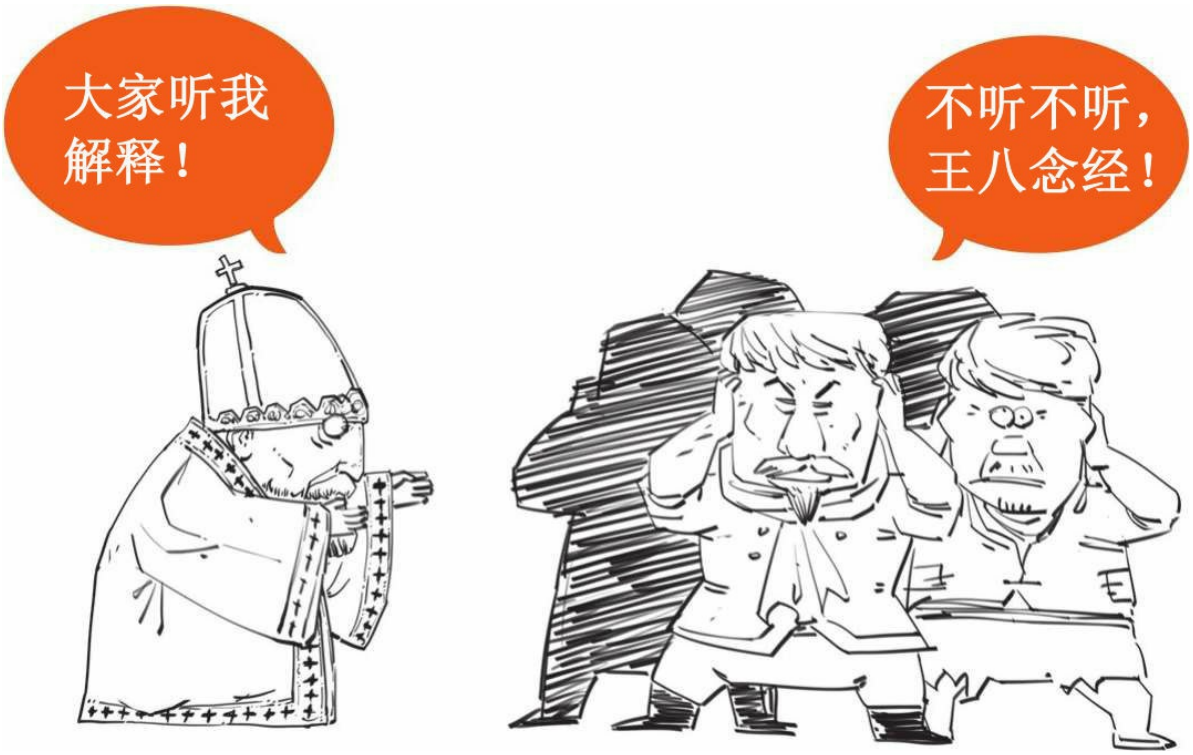
路德跑了之后并没有闲着，而是做了一件大事——把拉丁语的《圣经》翻译成了德语。



当时德国有个叫谷登堡的人已经发明了活字印刷术，有了印刷术，直接加速了德语版《圣经》的推广。

这下大家终于发现，原来信上帝是自己的事。

于是那些被天主教欺骗压榨的群众和想夺回权力的贵族都开始支持路德了，大家联合起来抵制教皇。



随后，英国、荷兰等国都爆发了宗教改革，教皇的地位更是一落千丈，路德那边也创立了新教。

以前天主教一家独大时，别人一乱想就被视为异端，现在宗教改革，都讲究人文主义、独立思考，大家的思维天马行空——

但是这股改革的春风并没有吹遍整个欧洲，一些地方的封建思想顽固得像小广告，一阵风是吹不掉的。

怎么来点硬的呢？

Case 2　启蒙运动

文艺复兴和宗教改革几乎都在16世纪末结束，可到17世纪时，在法国，教皇和国王依然搞老一套。

当时的法国人除了国王，分成三级：

前两级属于统治阶级，人数少，占地多。

明显不平等啊!

可这都啥年代了，隔壁早就炒好了文艺复兴这道菜，人文主义的香味也飘到了法国。于是一些文化人坐不住了，开始写书宣传自由平等。他们中的代表有：

伏尔泰人称“欧洲的良心”“法兰西思想之王”

孟德斯鸠某市最高法院院长提出“三权分立”

狄德罗第一部法国《百科全书》主编

卢梭民主思想的代言人

在当时的环境下，宣传这些先进思想是要进监狱的，所以这些文化人简直是用生命在写书。

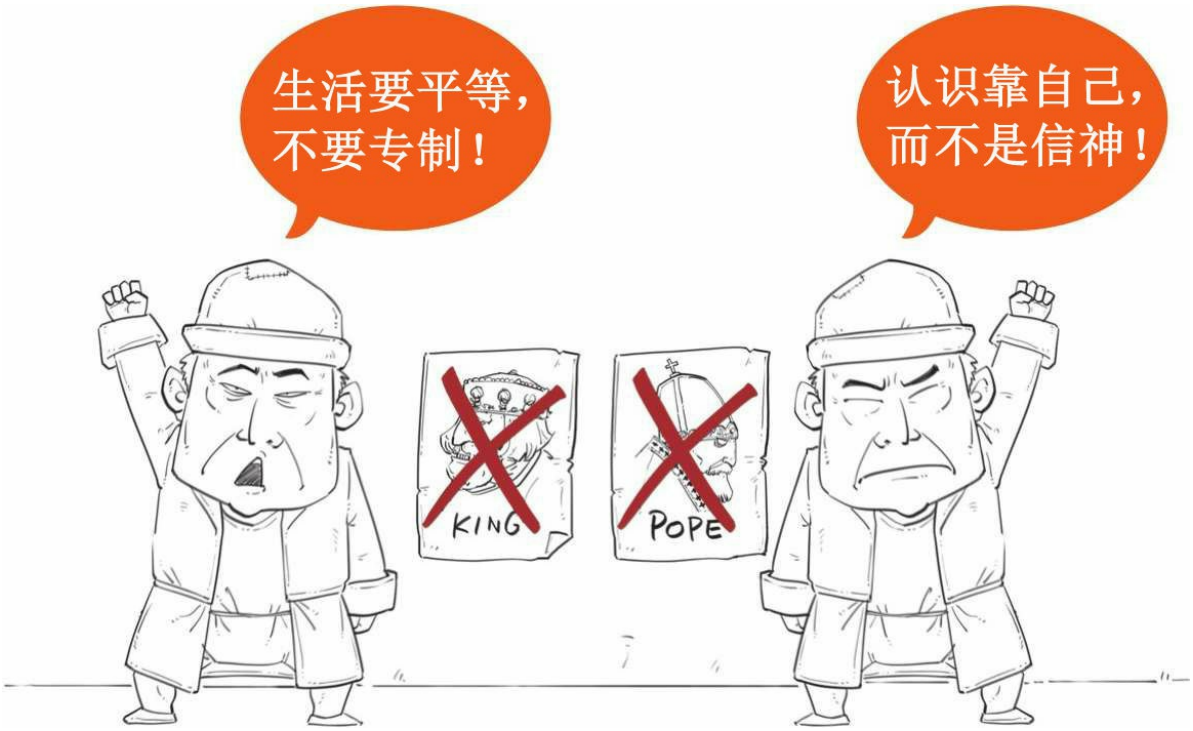
另外，当时还有一拨人觉得信神不一定能认识真理，但实践可以。这种影响来源于一位文艺复兴时期的前辈——

培根

当时牛顿就用实践这一招发现了万有引力，于是更多人相信知识才是干货，得理性看世界啊!玄学是没有出路的，便更不信教皇那一套了。

总之，经过这群文化人的努力宣传，广大人民群众对于人生又有了新想法：

这场思想解放运动就是启蒙运动。



启蒙运动最早是在英国，不过远不如法国的动静大，在法语里，“启蒙”也有光明的意思。

大家正在解放思想的兴头上，这时国王路易十六却跳出来强制收税，大家本来生活压力就大，于是直接爆发了法国大革命。

革命之路是曲折的，但结果是成功的，之后建立了新的制度，国王、贵族和教士的特权也统统被取消。当然，也不是一次革命就一劳永逸，之后也经历了各种波折，但这里咱就不细讲了。

再后来，这股自由和理性的风吹遍了欧洲，甚至吹向了整个世界。

经过文艺复兴、宗教改革和启蒙运动这三次扫盲，欧洲人民的整体文化水平明显提高了。以前是教皇和国王压在他们头上，让大家思想麻痹，现在拿掉了这些阻力——

大家有了文化，当然更方便鼓捣科学。也就是在这个时期，除了三次大扫盲，还出现了一个“批量生产科学家”的地方——科学院。

最早的科学院，是欧洲片区的特产，出生自带官方正牌光环，有国家撑腰的。

欧洲各国能嗷嗷崛起，不当软柿子，基本离不开科学院的硬实力。

具体咋回事，我们下章接着讲。

二、欧洲科学院的诞生

上章结尾，唠到欧洲片区的特产——早期科学院，本章混子哥就带大家看看，这东西到底咋搞出来的。

首先来点背景知识当开胃菜。科学院能在欧洲诞生，主要因为两拨人的矛盾。

虽说两边互相看不顺眼，但天主教权力大，占上风，于是欧洲老百姓集体进入叛逆的青春期。当时他们的感受大概是这样——

就这样忍到了文艺复兴时期，全民扫盲开始，大家热情高涨，却发现文化都被天主教垄断着，大家只能偷摸交流学习，场面十分感人。

画重点啦!这个偷摸学习——全民求知扫盲，就是科学院建立的背景。

咋回事呢？咱们从欧洲三个国家的科学院说起。

一、意大利

天主教不让学，大家就私下搞补习班，可以说，欧洲科学院大多起源于沙龙。不信你听我慢慢给你唠嗑。

最开始在意大利，有个物理学家耐不住寂寞，在家搞了个美容美发沙龙，研究自然卷的秘密。

这就是自然秘密研究院——意大利科学院的萌芽。

虽然没过多久，这个萌芽就被教会辣手摧花，但检验一个萌芽成功与否，就看它留下种子没。

自然秘密研究院留的种子，依次开了两朵花：

如果说前面的研究院是安卓1.0版本，那林琴和齐曼托就是2.0和3.0的关系。

咋回事呢？

之前那个把沙龙干黄了的物理学家，跑到罗马搞了这个林琴学院，

还拉了伽利略合伙。

对，就是你认识的那个伽利略。

后来学院资金链断了，伽利略又被教会关起来，林琴学院这朵花又被教会整黄了。

但教会千算万算，却漏了伽利略还有两个学生。哥儿俩从学院出来，思来想去，觉得搞科学不能停，但没钱咋整？

于是他们傍了个大款——美第奇家族。

美第奇家族出钱，在意大利佛罗伦萨建起了科学院3.0——齐曼托学院。

当时学院的日常就是：其他学院做过的实验，他们也跟着做一遍，然后看看结果是不是一个样。

这种做法，其实就是科学思维最核心的部分——验证。

没过多久，学院的天使投资人当上了红衣主教，迫于教会的压力，他只能减少对学院的投资，再加上教会抓了不少学院的中坚力量，这一套内忧外患组合拳打下来，就这么把学院整垮了。

这大概就是意大利的科学之路，往后也基本都是走下坡路，慢慢退出了舞台。

不过意大利开始得早，也算给欧洲开了个头，科学舞台上新登场了两位重量级选手——

英国**&**法国

二、英国

意大利的科学院从家庭沙龙开始，英国也差不多，起源在酒吧。

一帮数学家和医生，边喝酒，边扯科学的犊子，后来扯出个学院叫隐形学院。

听名字像搞魔法的，其实学院里的日常大概是——轮流上台讲段子，更像小型脱口秀。

比如学院里有名的爆梗王胡克，除了讲段子，还喜欢山寨别人的实验。

胡克听说马德堡有个实验，就是那个著名的八匹马拉真空半球，他立即动手，还做了个升级版。做山

寨还超越，上哪儿说理去？

本来大家玩得起劲，其乐融融，结果赶上英国宗教改革，老百姓和官员因为信仰问题各自窝火，互看不顺眼。

当时的英国统治者名叫克伦威尔，他解散了隐形学院，结果刚解散他就……

他这一挂，又给英国的科学事业留了喘口气的机会。

英国人赶紧把上一个皇帝的儿子从被窝里薅起来，登基当国王。

这个幸运的儿子叫查理二世。

查理二世虽然是个天主教徒，但他支持胡克这帮人搞科学。

不光口头支持，还口头赞助了个名字叫“以促进自然知识为宗旨的皇家科学院”，简称皇家科学院。

这就是世界上第一所真正意义上的科学院。

啥事一沾上皇家，那可不得了，皇家马德里、皇家礼炮，听上去就倍儿有钱，但查理二世表示：

一开始只赞助了11英镑，胡克这些人急了，搞啥科学院，只够买根蜡烛许愿吧!

没办法，最后只能靠收会费和富商赞助，所以导致科学院进来些阿猫阿狗的庸医。

虽然国王没拿出啥钱，但给他们建立了一个非常实用的网红景点——

没错，就是看星星的，但它在科学史上相当重要。重要到啥程度呢？

第一任台长是个牛人，叫弗拉姆斯蒂德，手下员工只有一个扫地的。

人手不足，经费有限，他没有抱怨，反而自掏腰包，搞了很多重要的天文数据出来。

这些数据吸引了另一位牛人——牛顿。牛顿眼馋，因为他当时刚琢磨出万有引力定律，需要这些数据证实，于是找到台长说：

这位台长听了十分不感动，委婉地说：

滚开！

牛顿没辙，想办法弄到了些数据，偷偷出版了，台长一气之下决定自己出版，结果还没来得及复印，自己先挂了……

这就是天文台和牛顿的故事，知道它有多重要了吧？

天文台的另一个业绩也很突出。

第二任台长是哈雷，他不仅发现有颗彗星每76年上线一次，还预测了下次再见到这颗彗星的时间是1758年底或者1759年初。

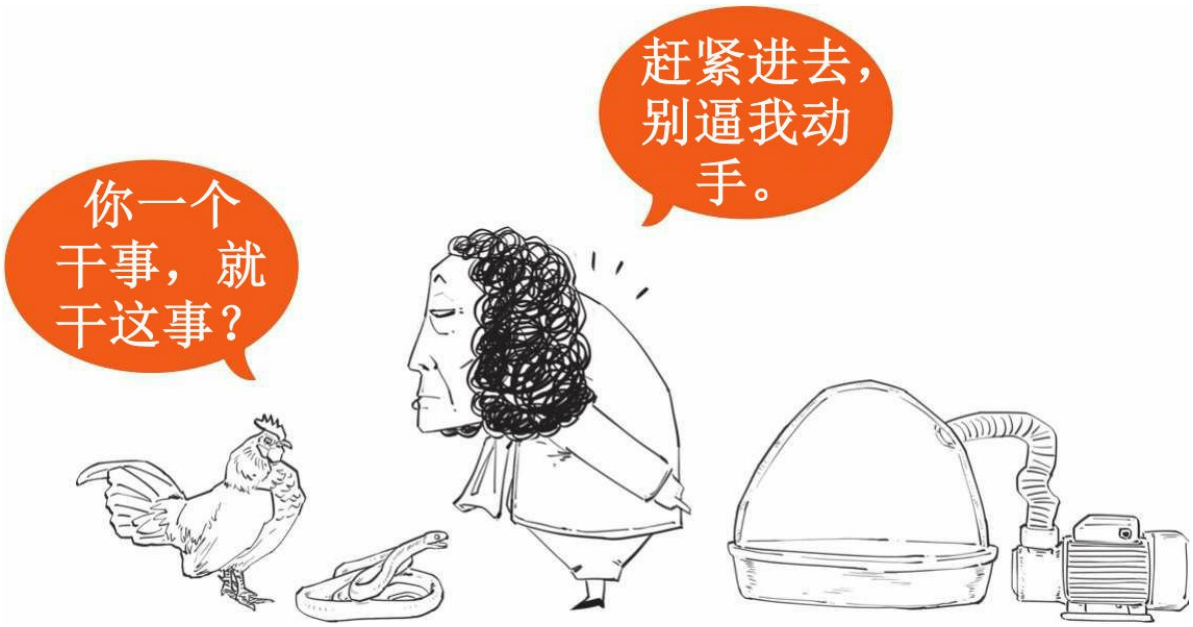
果然，1758年，这颗彗星又出现了，为了纪念哈雷，人们就把它命名为哈雷彗星。

发现哈雷彗星的意义在于，人类可以开始预测行星的运动了。

除了看星星，皇家科学院还研究点啥呢？

那可就杂了，甚至有点奇葩，讲两个小故事你就懂了。

胡克做出了真空机后还要继续折腾，他试着把鸡和蛇放进真空罩，结果鸡先死了。

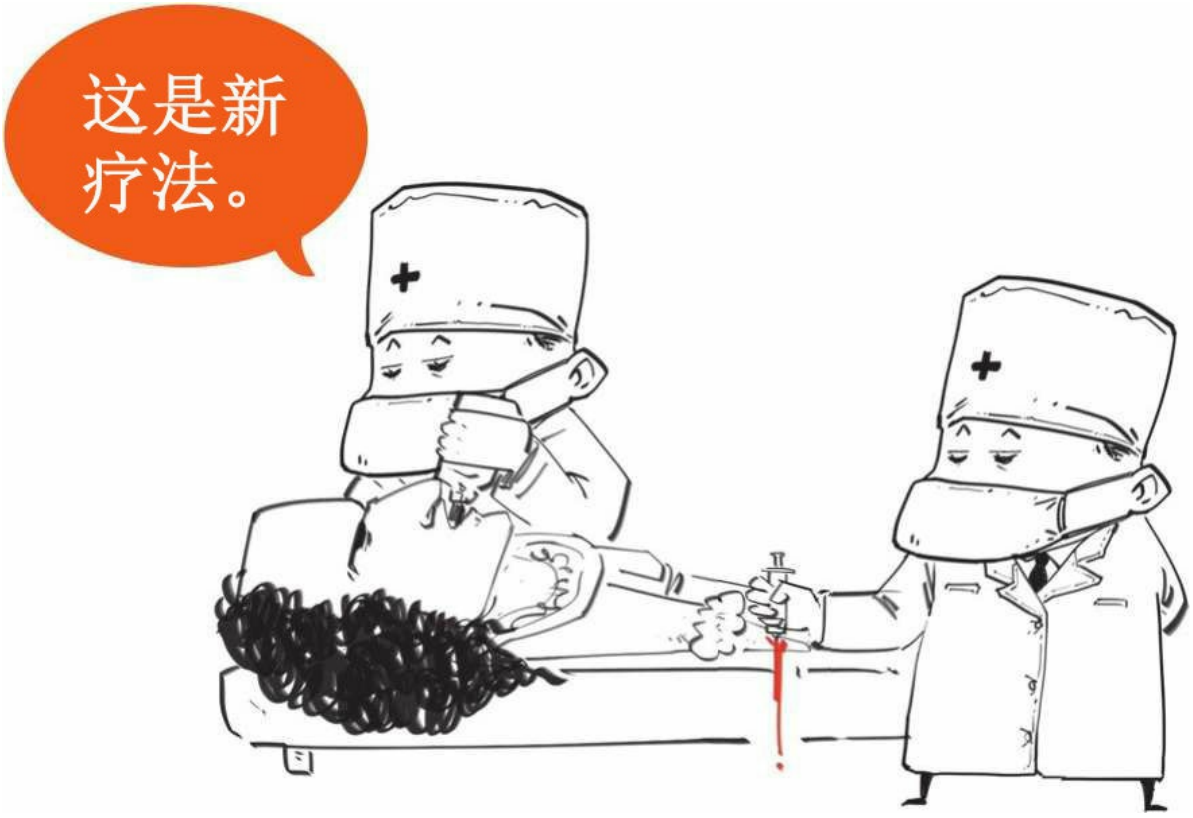


于是胡克得出结论：蛇比鸡更不需要空气里某些物质。

后来搞鸡还不过瘾，开始搞自己。咋搞呢？胡克弄了个更大的真空罩钻了进去，好在设备简陋，抽气的时候死机了，胡克才没为科学事业献身。

另一个小故事跟前面说过交会费混进来的那帮庸医有关系。

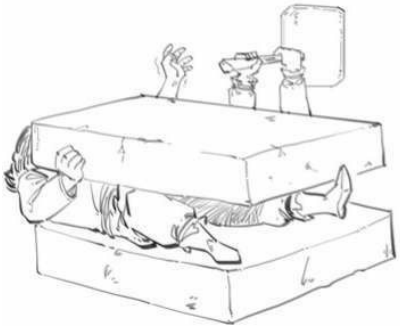
有一次，皇家科学院的保护神查理二世中风了，于是医生们就给他放血、吃泻药……



这还不够，医生们还把他的头剃光，用烧红的烙铁去烫，最后给他喝40滴人头骨萃取的药水。

没过几天，查理二世也领了盒饭。

看明白了吧，科学院除了名字科学，其他的都不怎么科学，还没找到正确的方向。



不过正因为英国皇家科学院搞得风生水起，才让欧洲科学事业一步步走上了正轨。

三、法国

其实法国科学院也是一样的套路，起源于私下小聚会，一帮好奇分子搞研究。

法国科学院靠这位：

梅森，科学上没啥亮点，牛在人脉广，朋友列表全是科学大V，江湖人称人脉王。

人脉广到啥程度呢？这么说吧，连被教会软禁的伽利略，他都一个电话就能见到。

梅森靠着强大的关系网，攒了个科学局，也就是梅森学院，定期举办学术交流会。

很快，梅森学院迎来了机遇。当时隔壁英国科学院搞得红火，法国国王眼馋了，于是约梅森见面，商量好把梅森学院变成了巴黎科学院。

法国比英国强的一点就是——舍得花钱投资。

直到1700年之后，英法两国在科学院上的投资数额才差不多。

大家知道，英法两国是老冤家了，啥事都要比一比，科学院上也没少掐。

打嘴炮没啥用，关键还得拼实力，很快，这个机会来了——

金星凌日知识竞赛

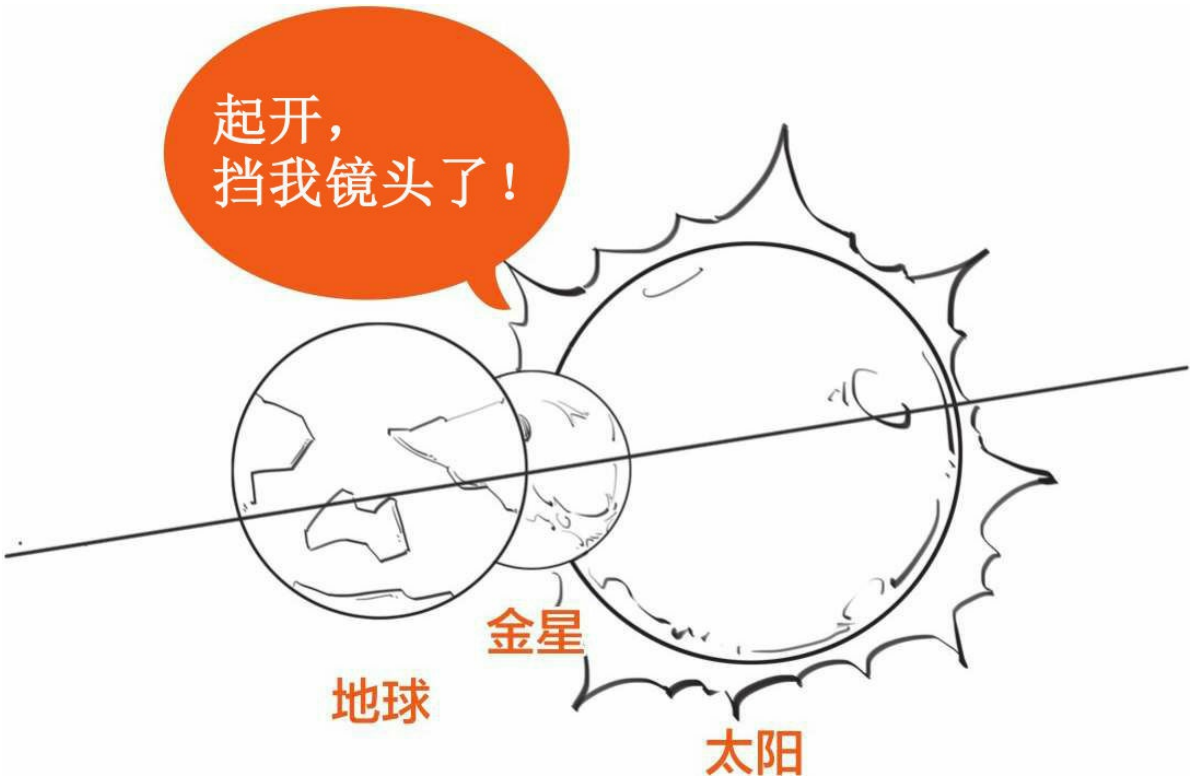
话说，哈雷去世前留了条预言，说在什么时间什么地点会出现金星凌日，这就吸引了英法科学院，想比一比谁研究得好。

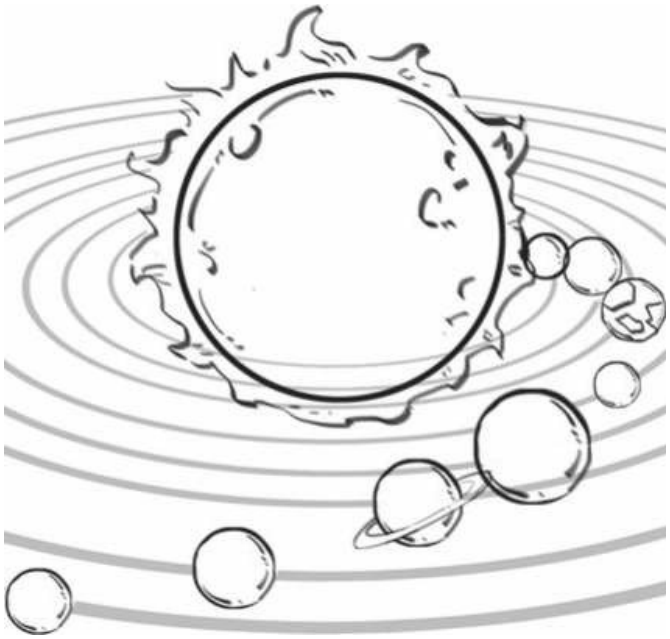
首先我们来看啥叫金星凌日。

简单地讲，就是这哥儿仨站成一条直线。

这玩意儿有啥用呢？

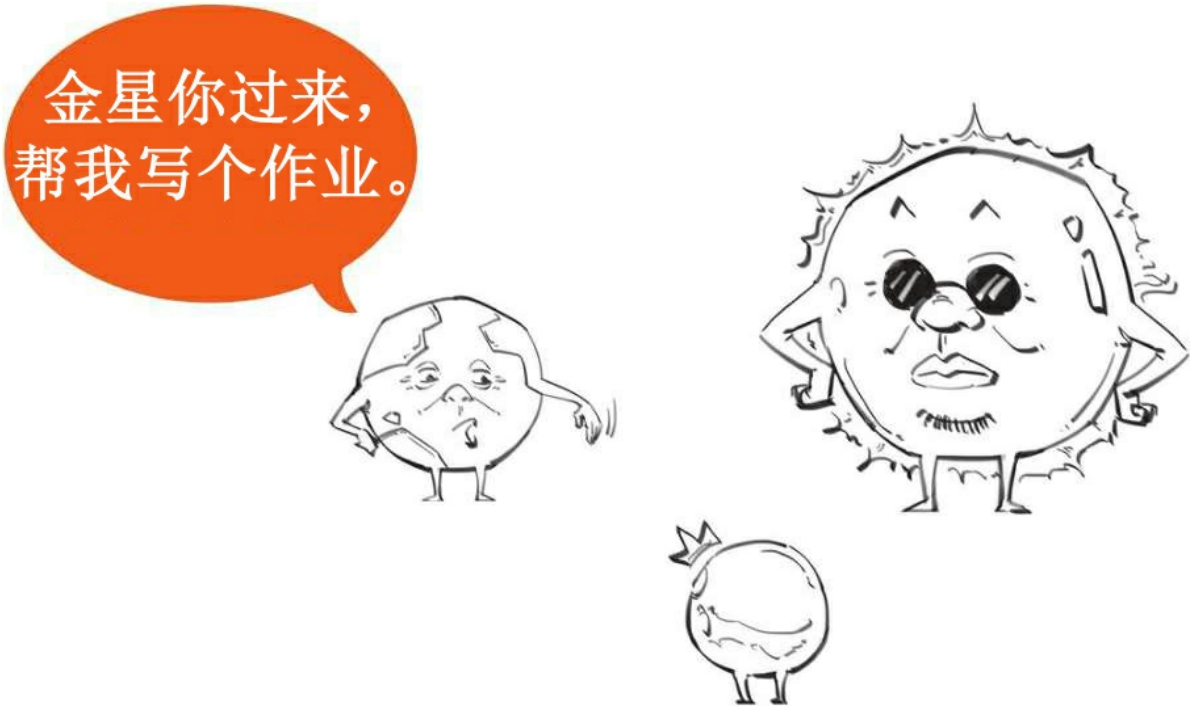
原来，当时的科学家已经知道：





金、木、水、火、土、地球它们的轨道半径之比。

而在金星凌日这天，通过金星与太阳的遮挡关系，就能算出地球和太阳之间的距离。



具体咋算的，太复杂，你只需要知道靠这个能算出来就够了。

有了地球到太阳的距离，再举一反三，顺藤摸个瓜，其他行星和太阳之间的距离也就能算出来。

谁先算出来，谁就显得厉害，于是英法科学院开始第一次实力竞赛。

结果英国靠着派出的两支队伍，险胜法国派出的一支队伍，最先测出距离。

这次比拼英国获得了最后的胜利，而英法科学院的出现，为后面欧洲各国的工业革命铺平了道路，让它们的科技水平处于世界领先地位。

此后世界各国也开始建立了属于自己的科学院。

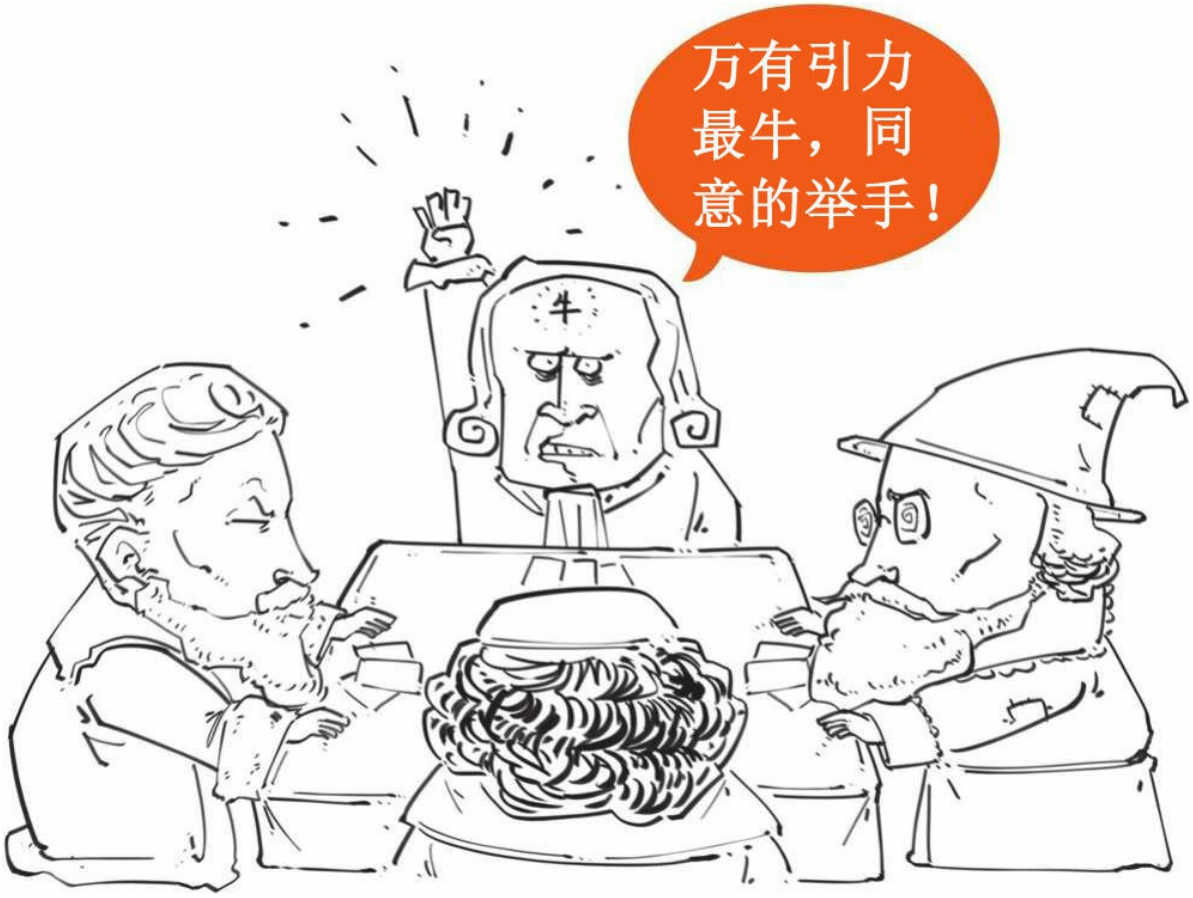
科学院建立之后，许多科学家开始投身于不同的学科，17世纪到19世纪，化学、热力学、生物学逐渐走上了物理学的老路：科学化。

接下来，我们就跟大家分别唠唠，这几个学科究竟都是怎么科学化的。

你准备好了吗？

三、搞正经化学，从认清元素开始

上本书里我们唠过，在牛顿、伽利略等人的努力下，物理终于走上了科学化的道路。



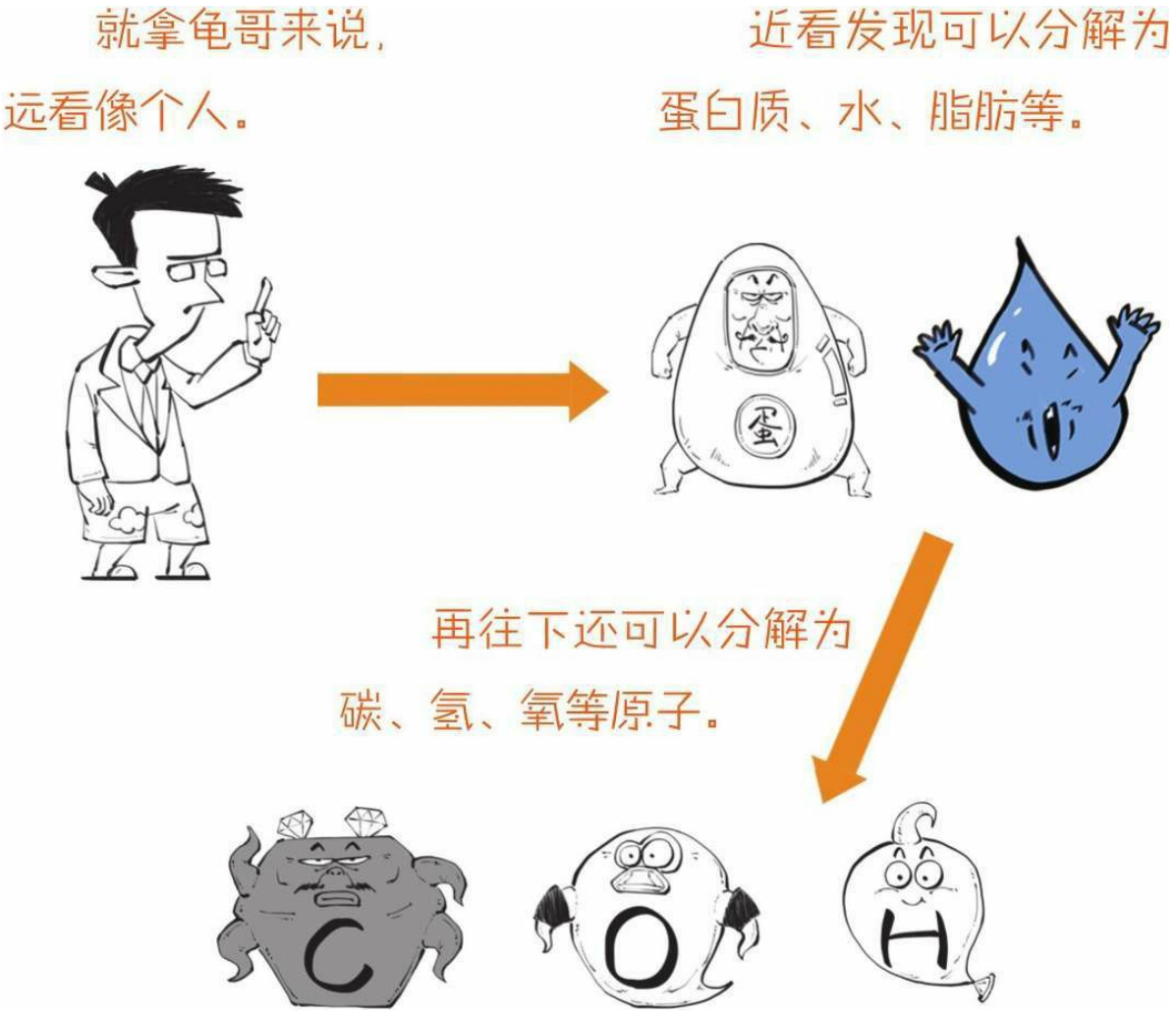
如果说物理是人类看天扒出来的，那和物理一样被学生们视为老大难的化学是咋走到这条大道上的呢？一定是——

今天我们就来讲一讲：

化学诞生记

在此之前，我们得先明白：化学是研究什么的？

简单来说，化学就是通过研究贼小的粒子，比如分子、原子，来摸清所有物质的老底。



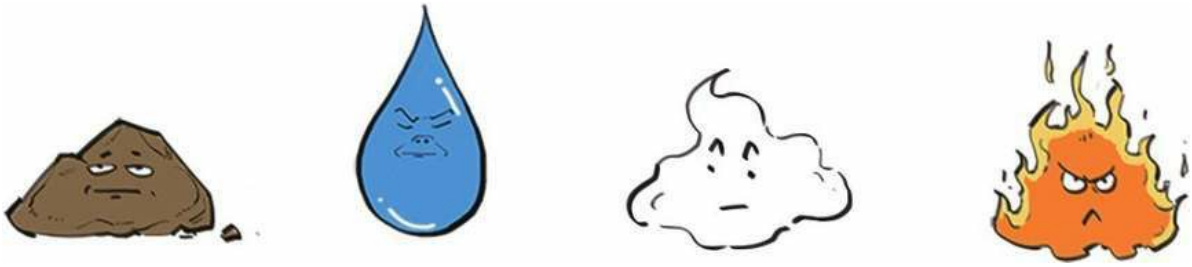
了解小东西，才能更了解龟哥。

也正是这些小东西构成了各种复杂的物质，也包括你，如果下次有人吐槽你胖，你就可以骄傲地告诉他：所以说，化学的诞生，其实是人类一步步认识物质的过程。下面我们就讲讲其中最重要的几步。

Step 1　肉眼看世界

人类一诞生，就对世界充满好奇。

比如古希腊人民就发挥想象力，提出物质是由土、水、火、气组成的。



这就是四元素说。

这一阶段，人类对物质的认识简单粗暴，见啥是啥!

时间哗的一声，到东晋时代，皇帝们偏爱长生不老，于是社会上流行炼丹药。有个炼丹发烧友叫葛洪，他在炼丹时发现，丹砂烧过后能提炼出水银。

这说明啥？说明组成物质的，除了金木水火土——

欧洲也有了类似的发现：欧洲人偏爱发家致富，15世纪开始流行炼金术。

炼金术就是把贱金属变成贵金属，比如把白银变成黄金。

顺带八卦一嘴，牛顿也是炼金发烧友。

大家玩炼金玩得正在兴头上，一个叫玻意耳的知识分子却跳出来发出怀疑的声音。他认为四元素说有

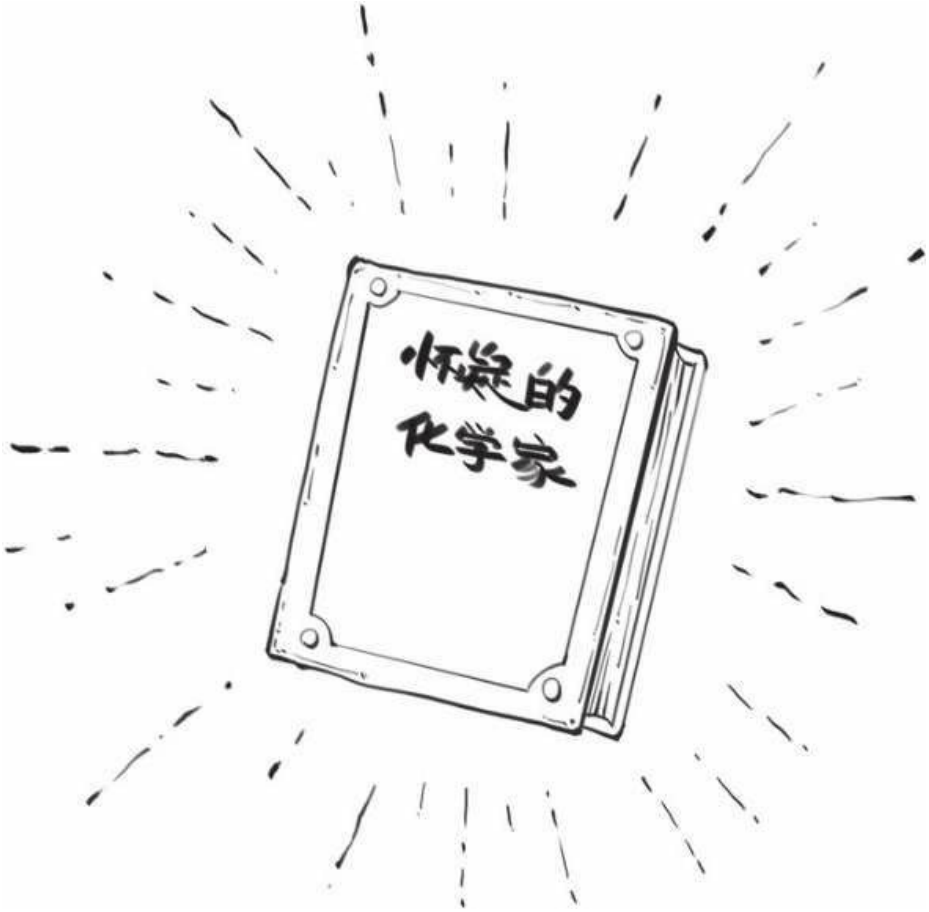
问题。

读书人要讲道理，请问问题在哪里？

玻意耳还认为，世界上一定还有很多其他元素。

当时有人在做实验时发现了其他物质，提出了硫、汞、盐三元素说。

玻意耳不仅自己怀疑，还要把怀疑告诉全世界，于是写了一本书：《怀疑的化学家》。



玻意耳在怀疑的同时，还解决了一个很重要的问题——

大家三元素四元素的，但元素究竟是啥，当时没个明确的说法。

玻意耳给出一个定义：

某种原始的、简单的、一点也没掺杂的物质。

什么意思呢？简单举个例子：

比如一个包子，看起来又圆又大，如果往下切——

能切出这么多种东西，所以包子不是元素。如果换成金条——

像黄金这样的，切来切去还是黄金，切不出其他物质的，就叫元素。

玻意耳说的元素和我们今天说的元素不一样，别搞混了。

另外玻意耳觉得，世界上还有很多种元素，光用手指头数不过来，加上脚指头也不行，得用一张表才能列出来。

结果，还真有人就列出了一张表。

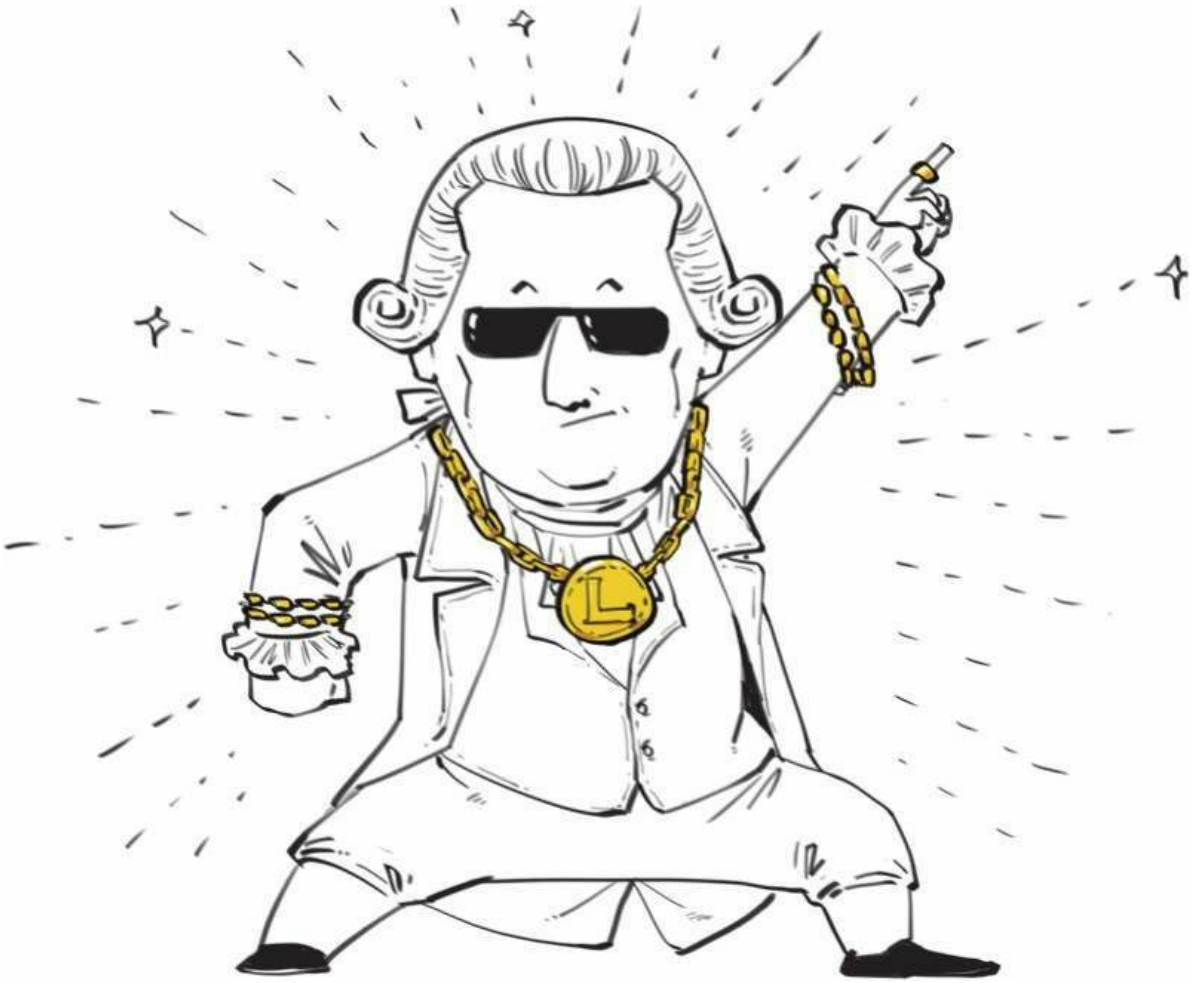
Step 2　拉瓦锡的实锤

列出这张表的是一位稀有型科学家：

拉瓦锡

他很有才，出身法国贵族老拉家，然后妈妈去世——

继承了大笔遗产！



他大学是法学专业，利用课余时间学化学，本事大了，就开始怀疑别人的理论，比如燃素说。

啥是燃素说呢？

比如有人研究燃烧的时候发现：

东西烧前重1斤，

烧后剩8两。

于是就觉得，一个东西能燃烧，是因为里面有燃素，燃素烧没了，东西就轻了。

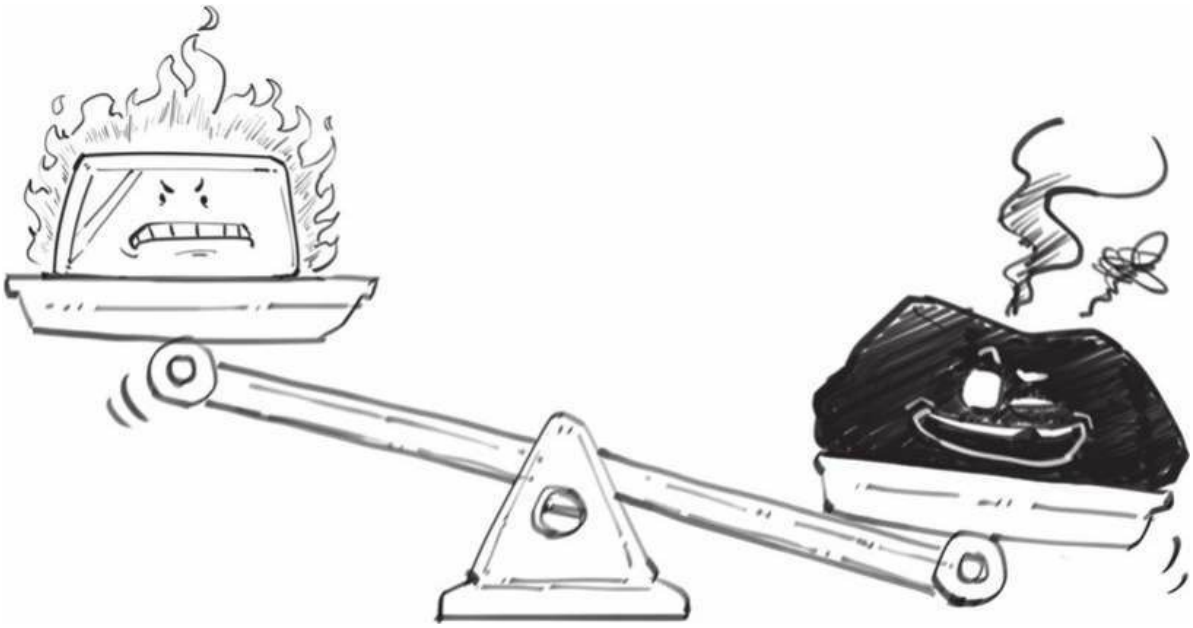
这套理论就叫燃素说。

后来有人用它来解释金属燃烧，列了个公式：金属=燃素+灰烬。

看明白了吗？所谓燃素说，不就是——

但很多时候，科学只有被打脸才能发展。

一天，有人用铅做实验，结果发现燃烧后的铅更沉了。

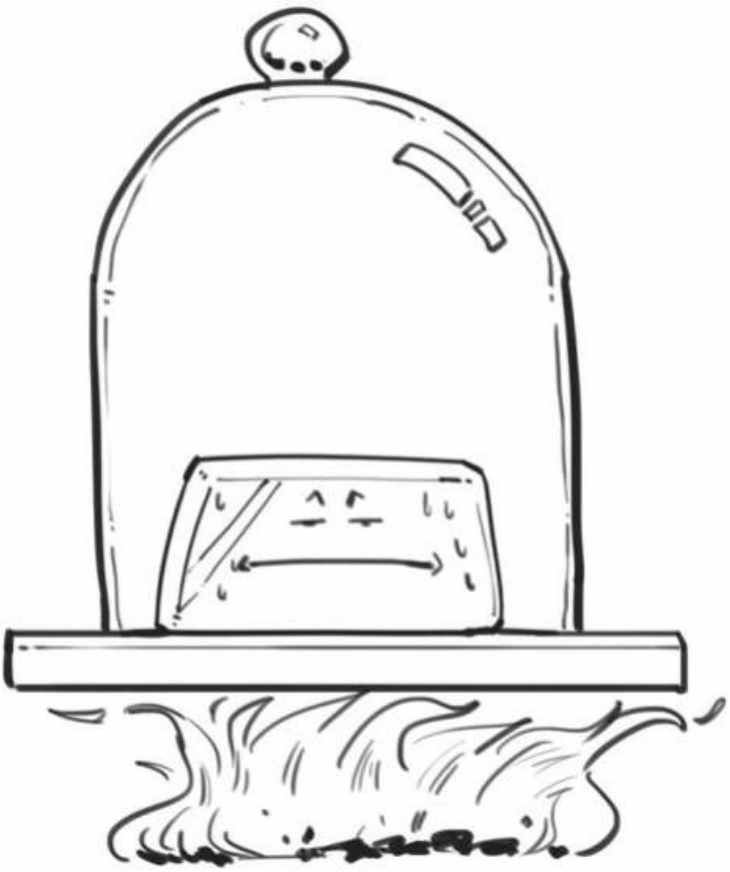


说好的燃烧减肥，咋还增重了呢？

阿拉对此表示怀疑，他的解决方案是：

你以为继承遗产就是有钱？想象力太有限了。阿拉又另辟蹊径，他娶了个白富美，夫妻合体，这下成了有钱×2。

这夫妻俩虽然有钱，但不挥霍，而是掏钱买设备，研究燃烧。阿拉做了个实验，大概是这样：把铅放入一个真空罩中，里面没有空气，然后进行加热。



结果呢？铅条并没有燃烧，重量也没啥变化。

然后他把真空罩打开，你猜怎么着？

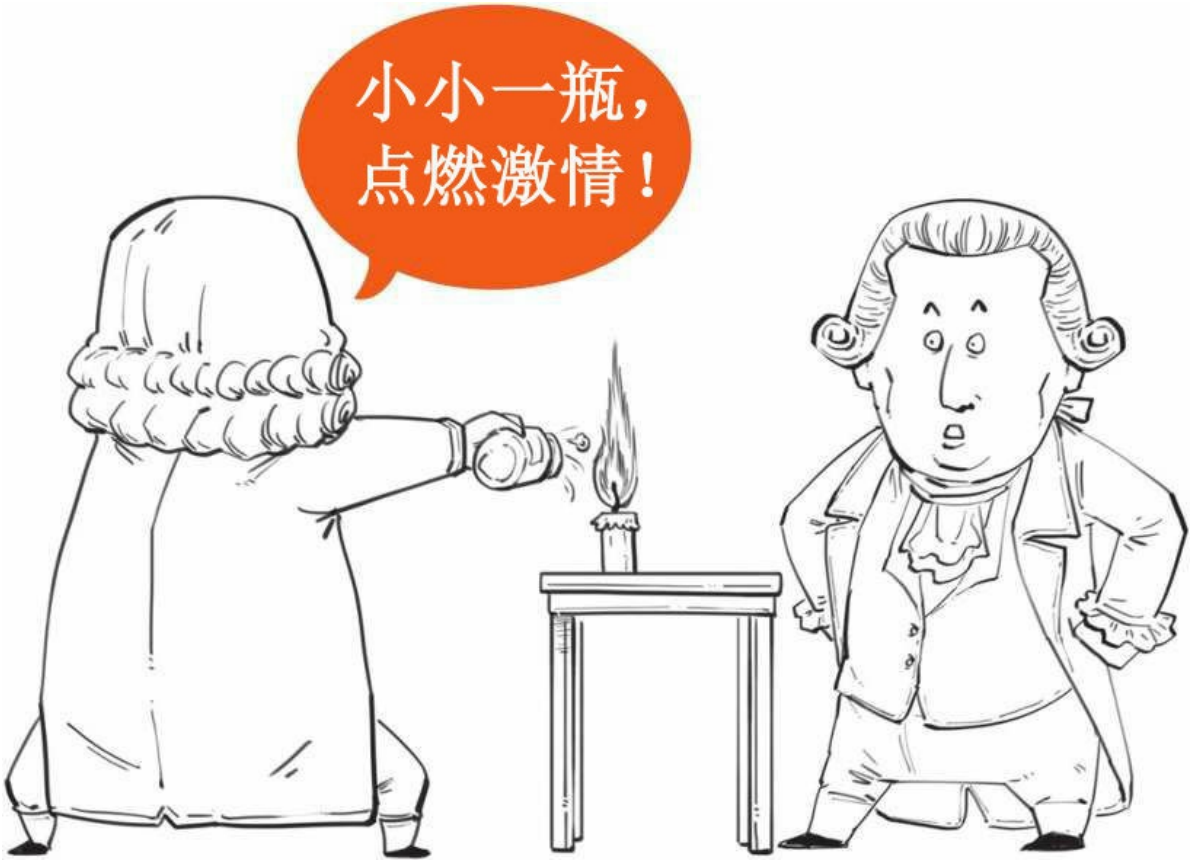
燃起来了！

玩到这里，阿拉就明白了，哪有什么燃素——

燃烧靠的是空气!

可空气那么一大坨，又是啥成分呢？里面是什么货支持燃烧呢？

后来有个人告诉阿拉，空气中有种气体，能让燃烧变得更猛。

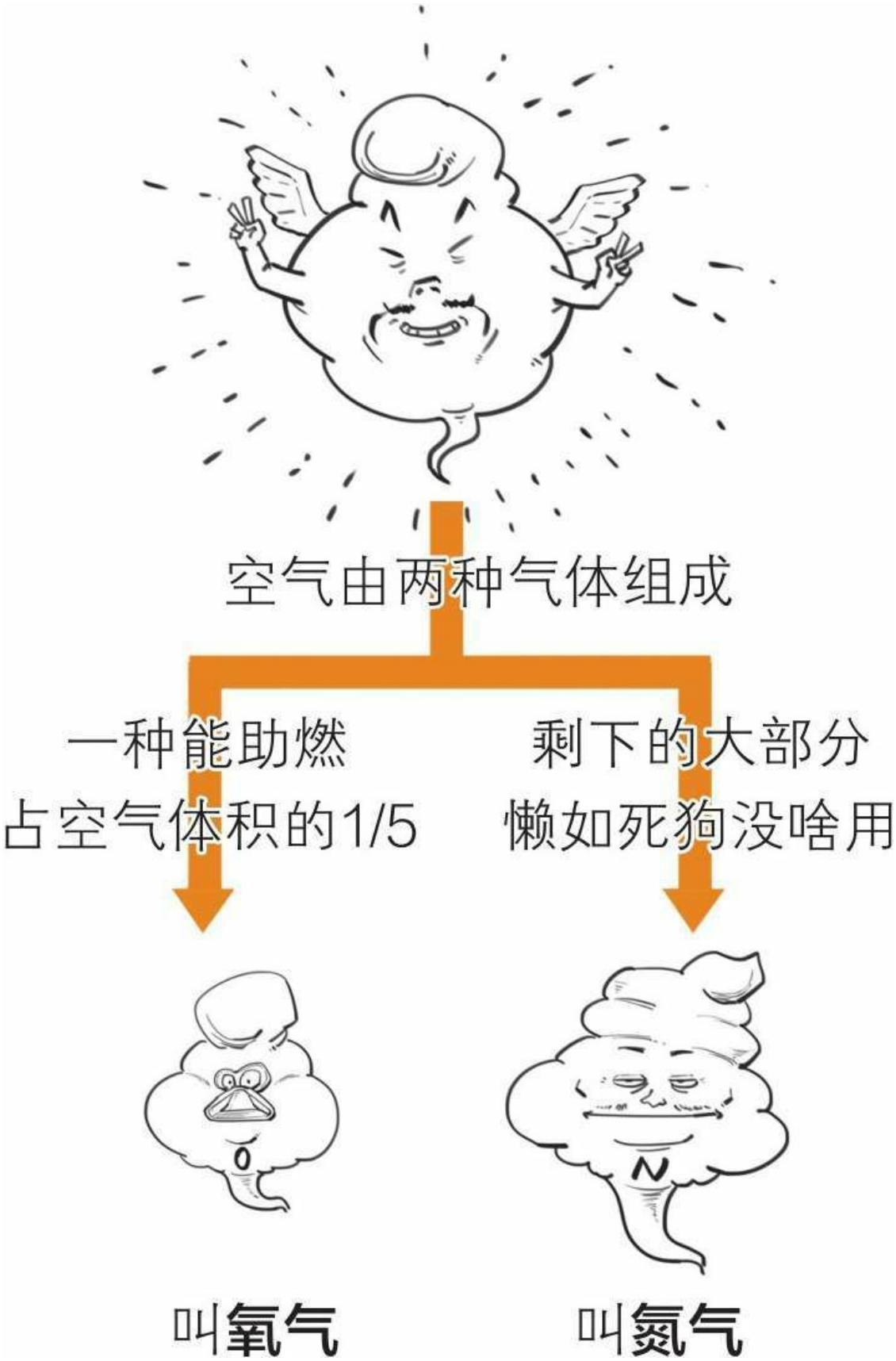


这个人叫普里斯特利，是发现氧气的第一人，但是他坚持燃素说，没把这当回事。

可阿拉认真了，又在实验室死磕，发现这种气体真的能助燃，并把它命名为——

氧气

趁着喜悦劲儿，阿拉给空气哥定了个义：


空气由两种气体组成
一种能助燃
占空气体积的1/5
剩下的大部分
懒如死狗没啥用
O
N
叫氧气
叫氮气

到这里，燃素说就成了扯淡说，阿拉也重新定义燃烧的原理——

氧化反应!

以前啥是元素全靠猜，那是玄学，在阿拉这儿，啥是元素靠实验，这才是科学。

阿拉还把当时常见的化学物质统一命名，分了分类，总结出33种元素，列了张表。

这才有做学问的样子嘛!

拉瓦锡起了个好头，让化学从炼金术走向科学，于是他被称为现代化学之父。

可惜阿拉在玩火的同时还玩税，他是当时政府的包税官，就是替政府收税的官员。

不久之后他发现，玩税就是玩命。因为后来法国闹革命，群众急眼了，仇恨旧政府的一切。

于是包税组织的人全部被抓，包括拉瓦锡，尽管有很多人请求赦免他，他还是被砍了头。

谁能想到，一代人生赢家、现代化学之父，竟以这种方式谢幕。上一个这样死于非命的科学家是阿基米德。

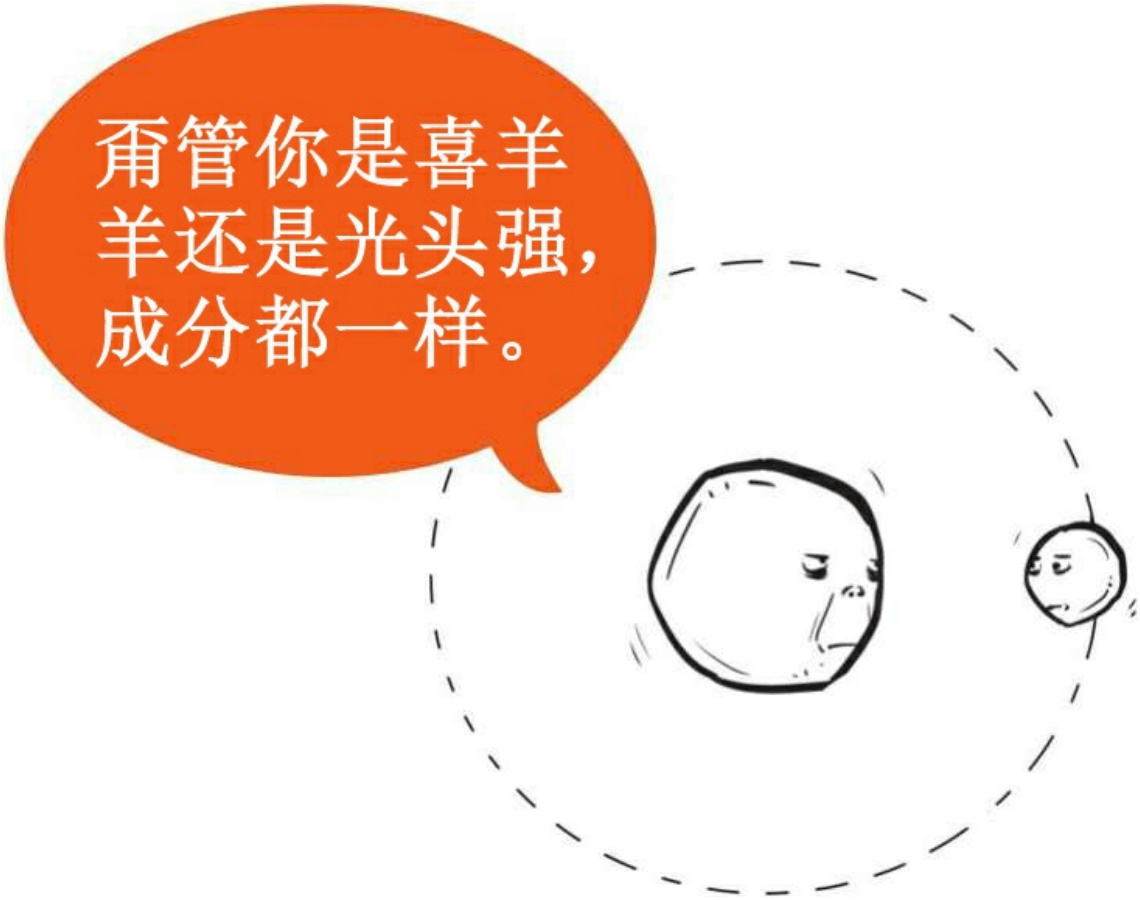
对此数学家拉格朗日特别心痛，发文表示：

聪明的脑袋的确罕见，但人类的求知欲也绵延不绝。于是有人接过他的接力棒，继续奔跑……

往哪儿跑呢？让我们期待下一章：《原子来了，元素周期表还会远吗》。

四、原子来了，元素周期表还会远吗

现在大家都知道，小到鸡毛蒜皮，大到星辰大海，都是由原子组成的。



但在18世纪，自行车才刚出门，要啥精密仪器？那你猜猜，科学家是咋发现的原子呢？

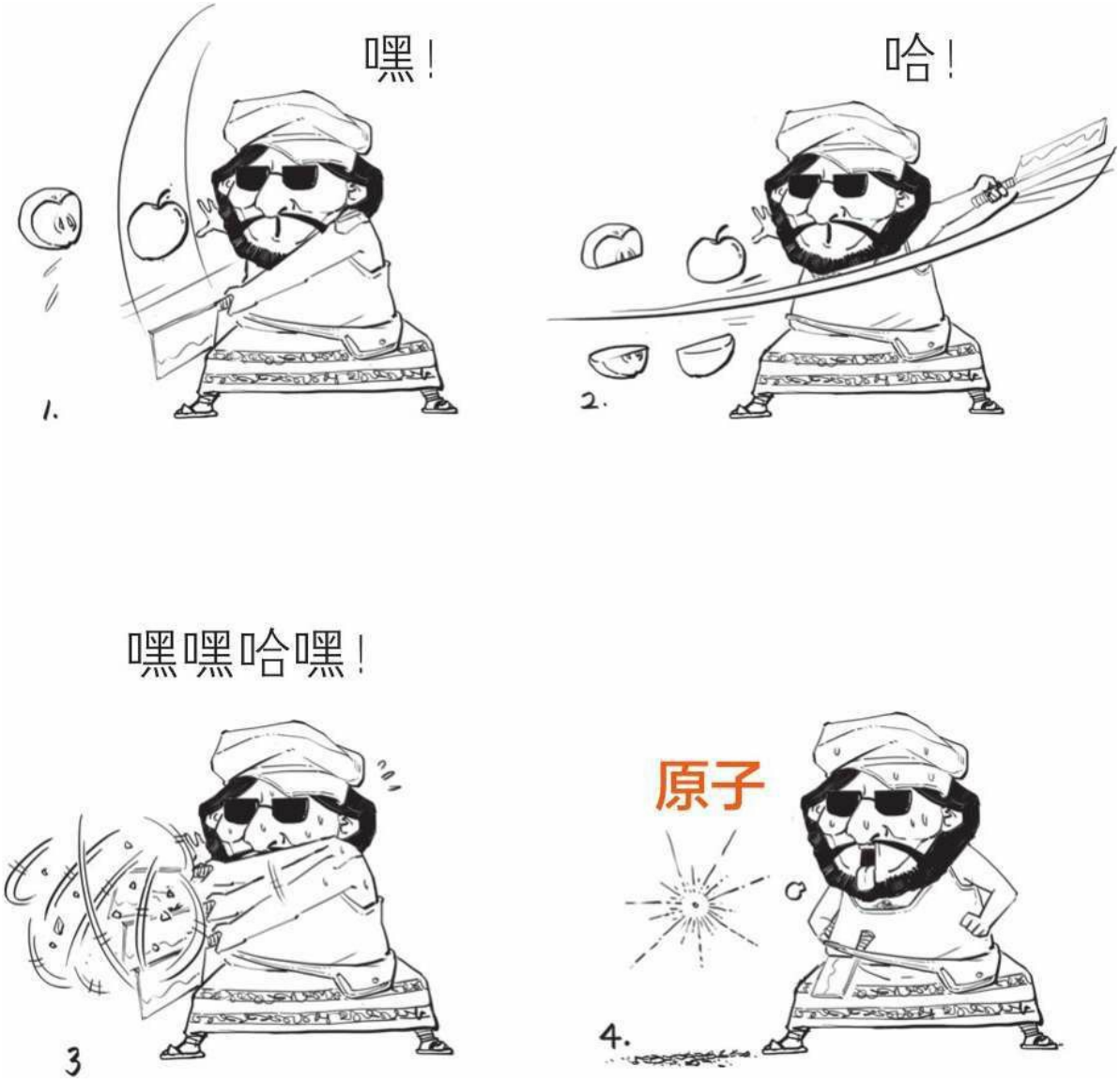
没错，发现原子是猜的。

科学并不完全是一本正经，里面也有很多离奇事件，比如这次要说的——

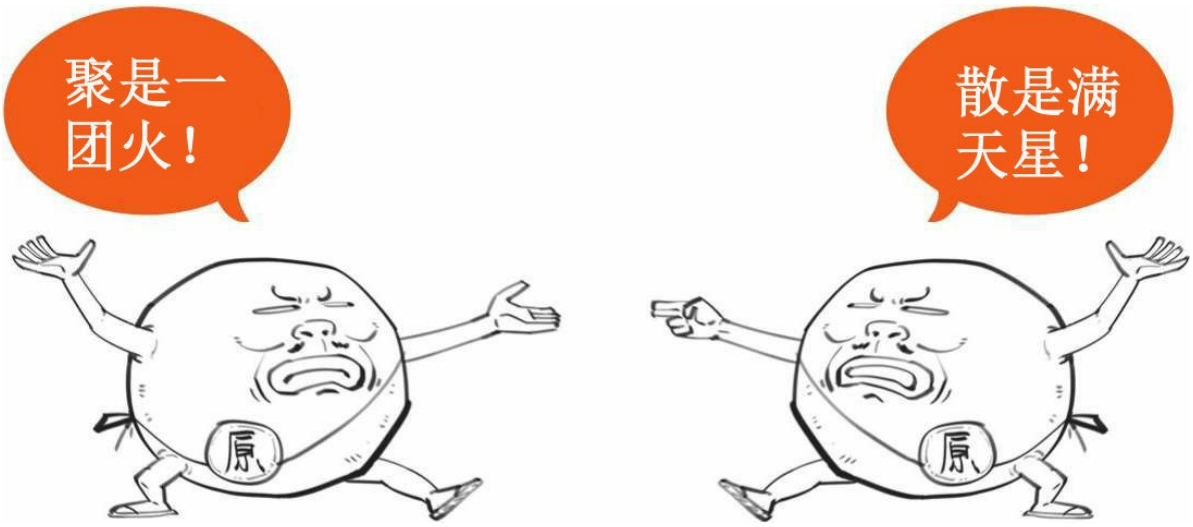
猜猜猜，猜出个原子来!

Part 1　猜原子

从古希腊开始，有人就猜物质由原子组成，随便一个东西，切到不能再切，那个小粒子就是原子。



后来牛顿也觉得物质是由小微粒组成的，可以聚团和分散，这就是微粒说。



这些事启发了一位化学家来思考看不见摸不着的气体，那就是——

道尔顿

道哥出生在英国一个织工家庭，他和其他科学家天生有两处很大的不同，一是他有红绿色盲，二是——

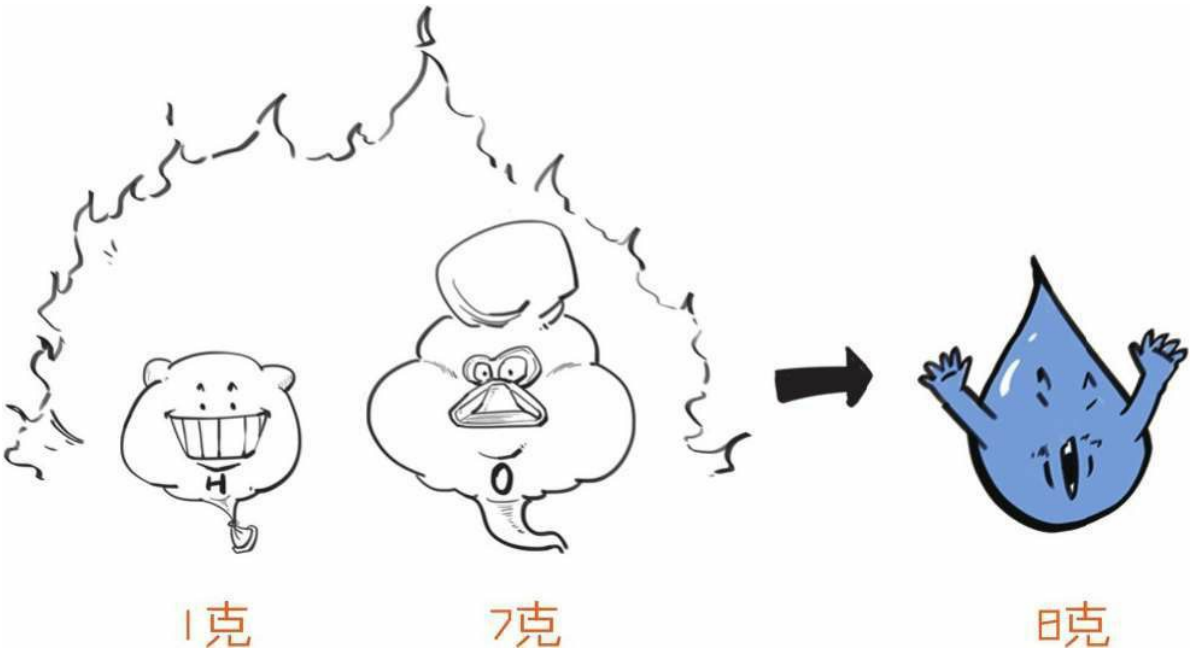
穷！

因为穷，他刚上了两年小学就退学了，还好老师看这孩子不错，让他当小助理，道尔顿才有机会慢慢自学成才。

虽然穷，但道哥特别喜欢思考，毕竟思考又不花钱。那他思考了些啥呢？

思考**1**：氢氧问题

道哥做过氢氧燃烧的实验，发现1克氢和7克氧燃烧之后，能得到8克水。

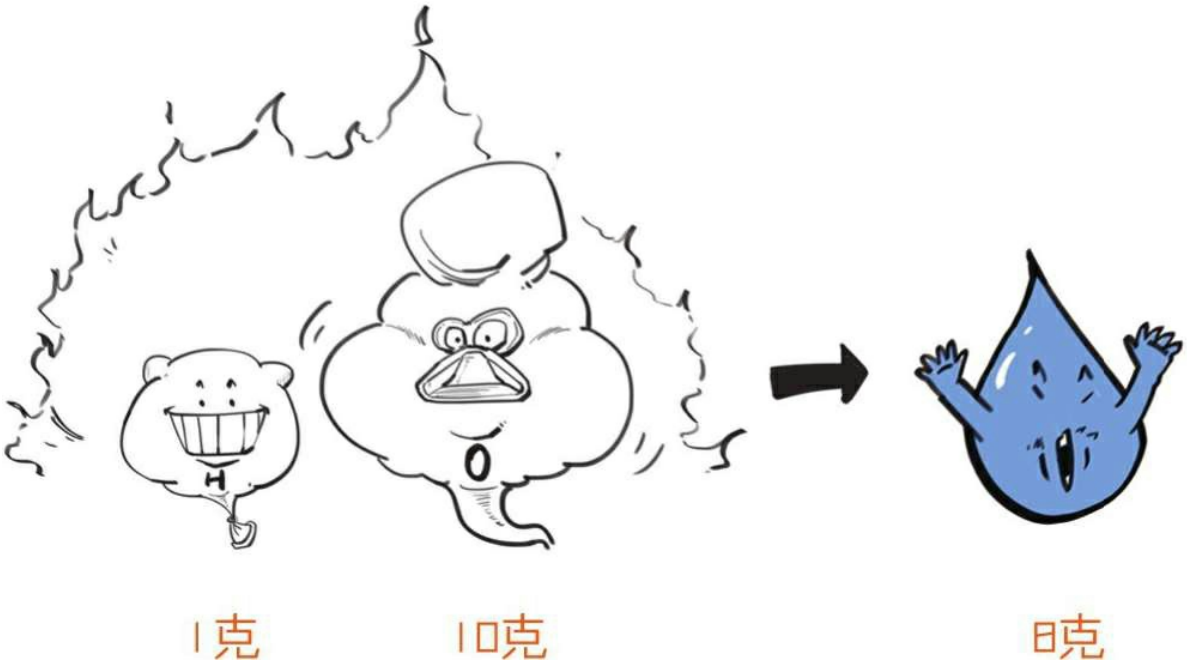


1+7等于8，没毛病吧。

其实准确的数据应该是1克氢加8克氧，得到9克水。虽然任何实验都有误差，但道哥太穷，实验设备都是凑合买的，所以误差比较大。

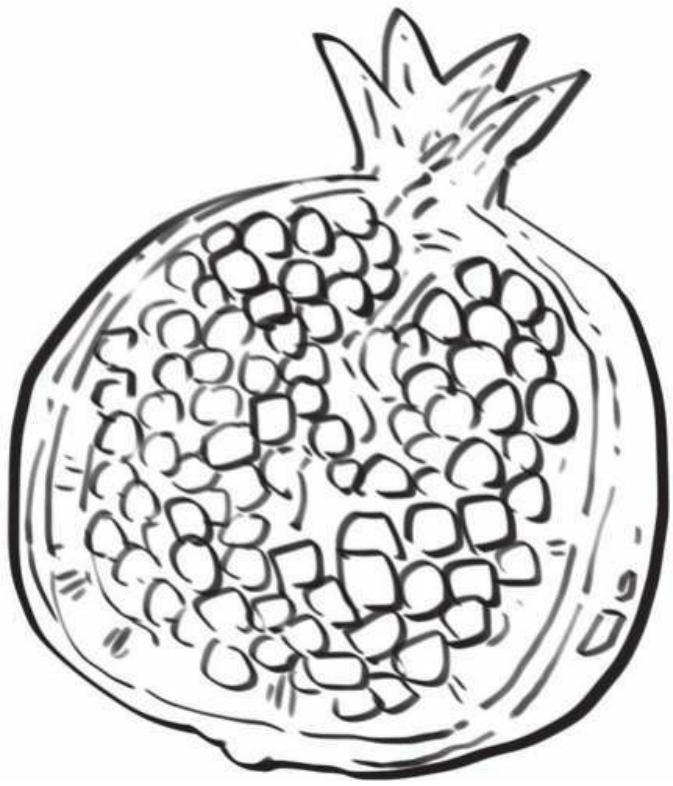
然后他又多加了些氧气，让1克氢气和更多的氧气燃烧，结果呢？

还是得到8克水！



这结果又是咋回事呢？

一般人还蒙着呢，道哥就已经想到：



这些气体表面上是一坨，打开里面，可能是一粒一粒的呢!

如果真是这样，这些更小的东西，就叫原子吧。

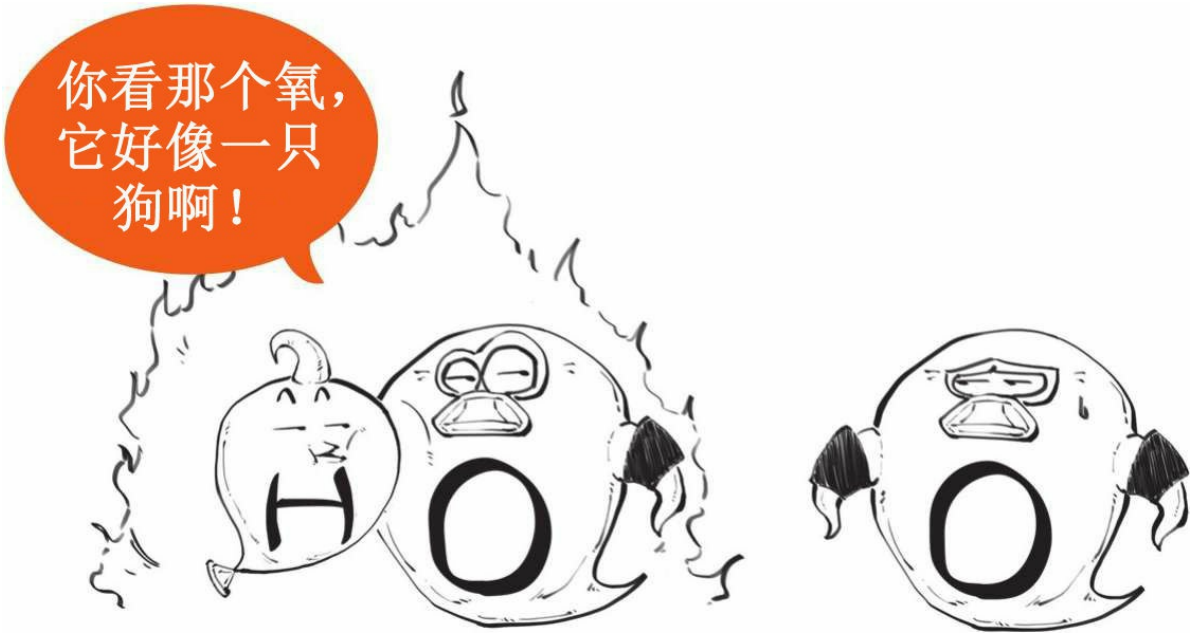
H表示氢原子，0表示氧原子。

道哥只是想象出了原子，真正看到原子，需要用后来发明的扫描隧道电子显微镜。

其实这个实验普里斯特利也做过，是的，就是上次发现氧气那哥们儿。

道哥还猜到，由于1克氢气只和7克氧气反应，所以氢原子和氧原子的质量之比是1∶7。

一对一对的氢、氧原子激情燃烧，变成水，至于其他多出来的氧原子呢，您就先晾着吧!



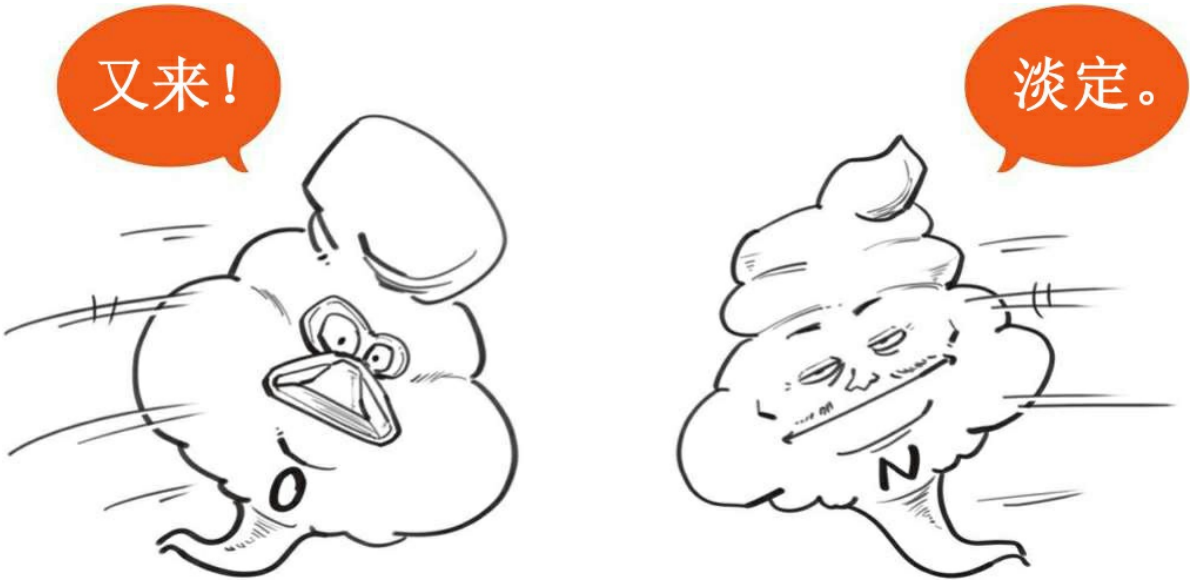
这就是加再多的氧气，1克氢也只能生成8克水的原因。

在推算时，道哥其实不知道具体有几个氢、氧原子反应，还把水蒙成HO，其实应该是H2O，但好在思路没跑偏。

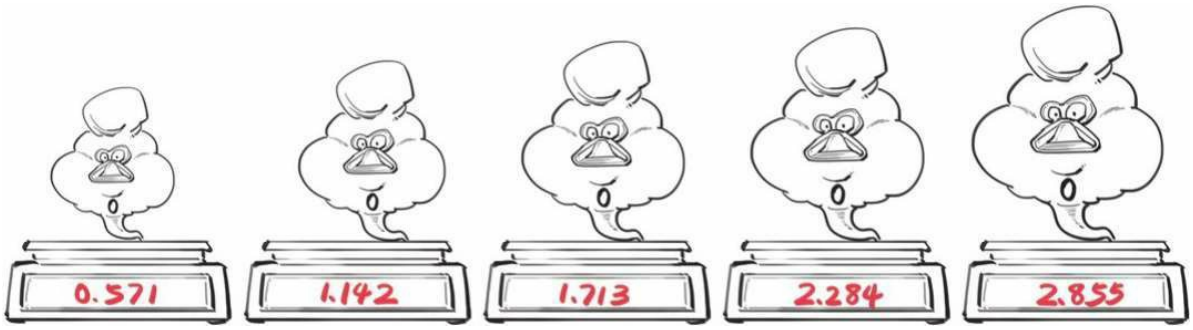
道哥思考完自己的问题，又开始替同行操心。

思考**2**：氧氮问题

当时有个叫戴维的化学家，和氧气、氮气杠上了，让氧气和氮气发生各种反应。



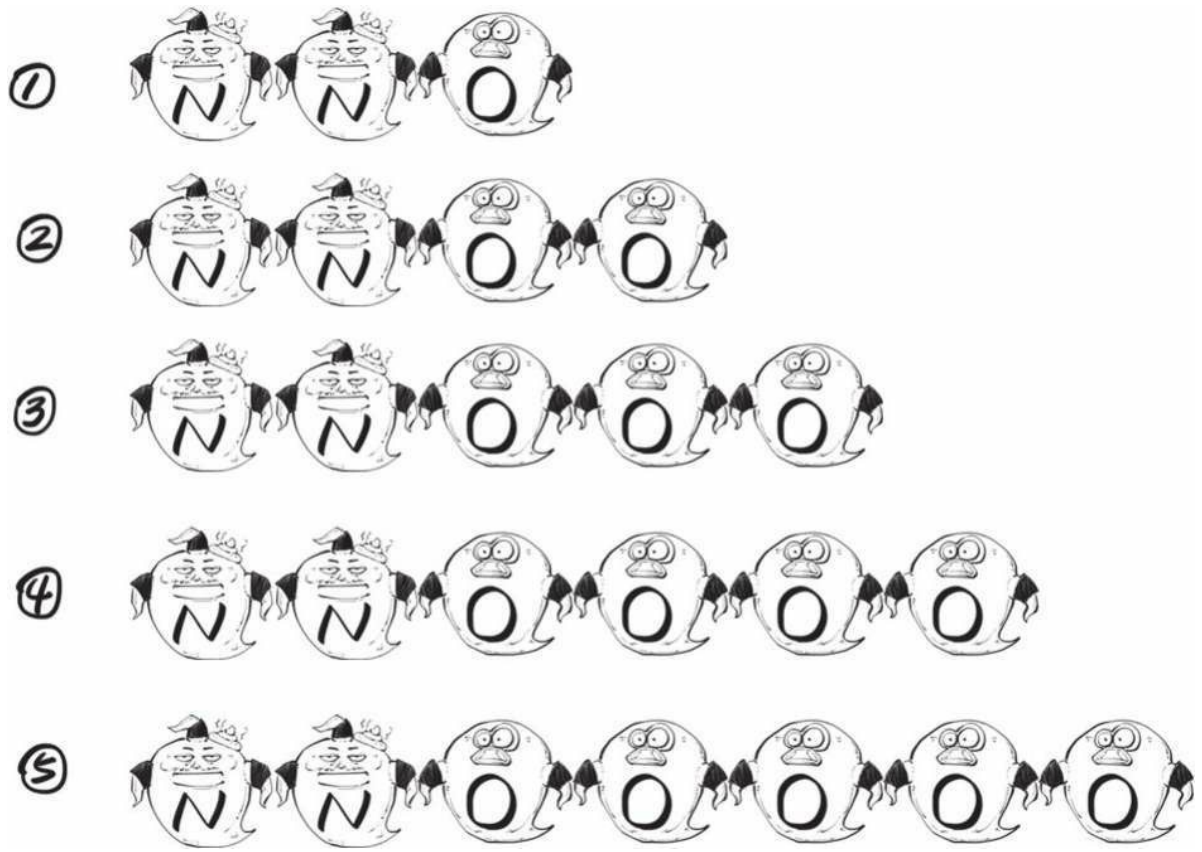
他发现，氮气和不同质量的氧气，能反应变成五种不同的产物。假设氮气是质量1，那么氧气的质量有五种。



巧了，每种都比前面多出个0.571。

巧成这样，很难相信其中没有幺蛾子。

道哥跳出来说，氮、氧原子反应就好比成团出道，人数不同而已。成团后应该是这样子——



其实这五种产物分别是：N_20、NO、$N0_3$、N_20_4、N_20_5。

每个团都多出个氧原子，这就相当于那0.571，对上了。然后道哥总结了，说就像氧和氮这种反应，产物里氧的比值是个简单整数，

这就叫倍比定律。

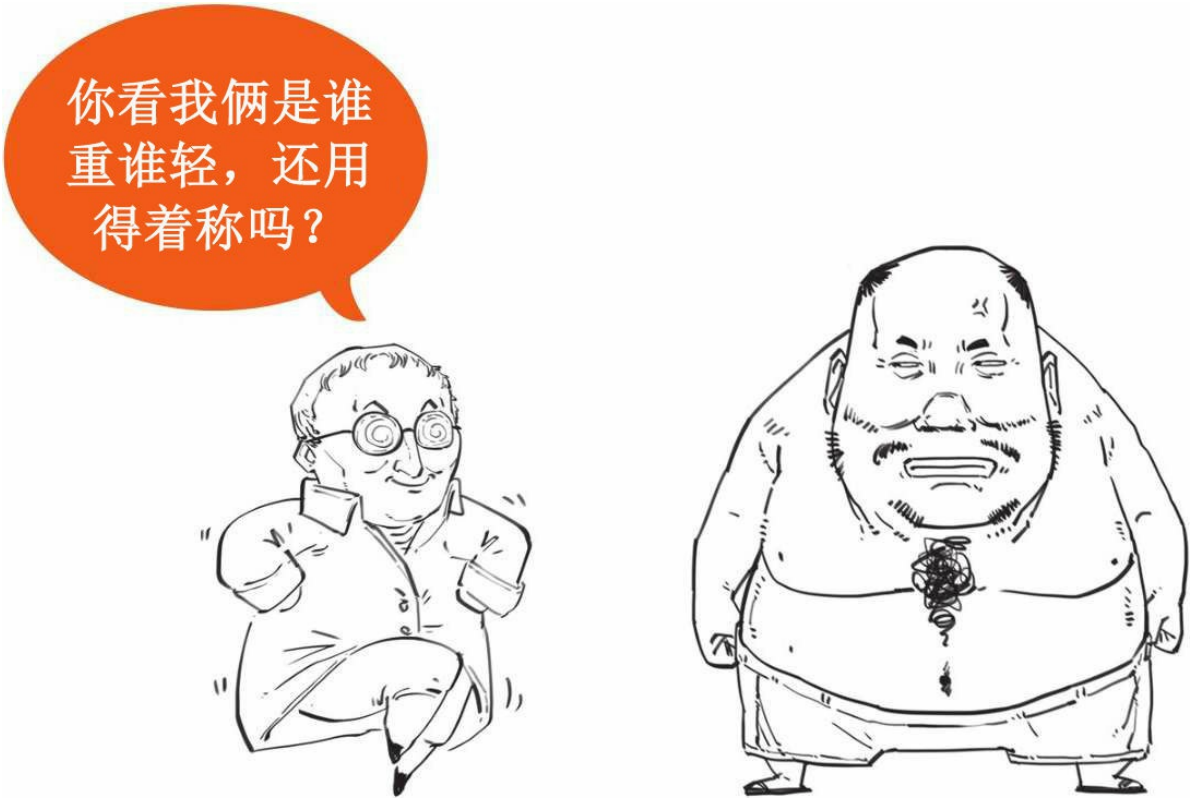
你以为这就完了？

在死磕这件事儿上，科学家拿捏得最稳，于是道哥又发出了关键思考——

在大部分人吃不饱还光着腚的时代，有称猪肉的秤已经不错了，还想称原子？痴心妄想!

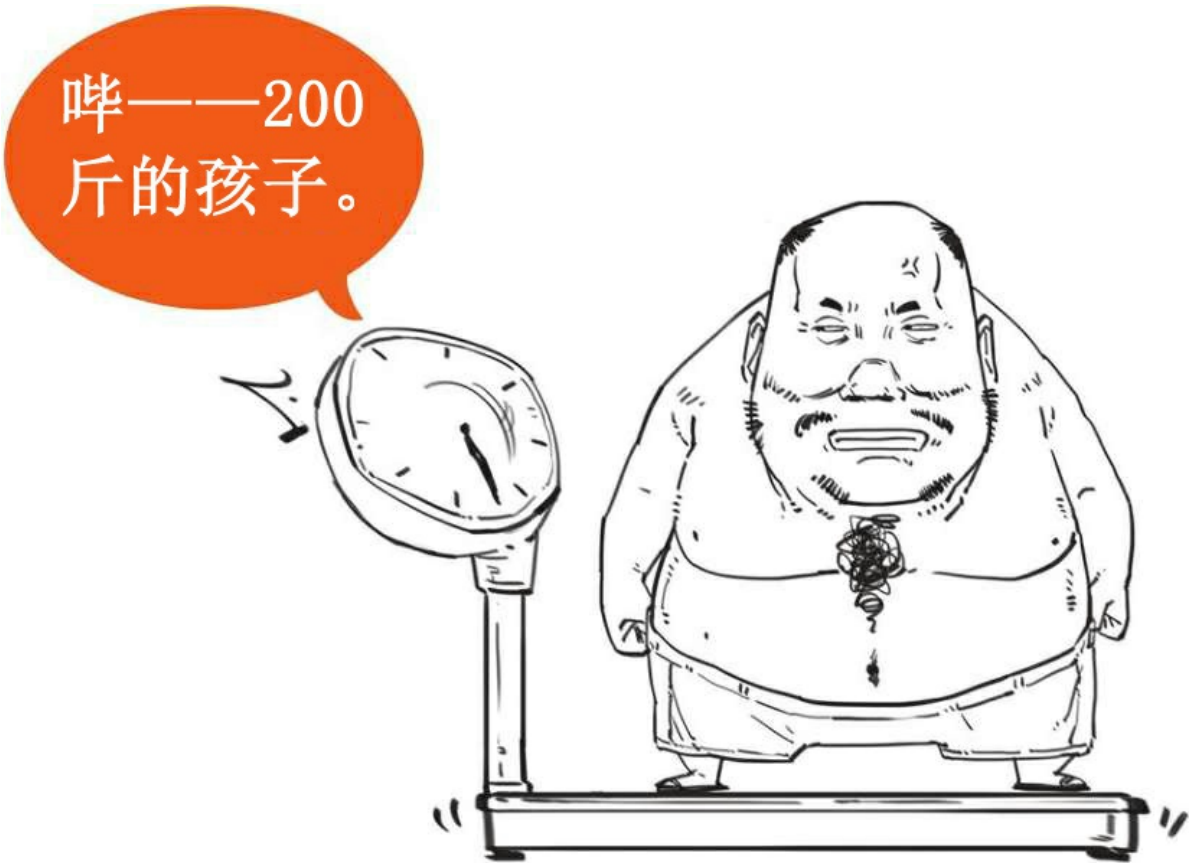
此时距离能测原子质量的质谱仪发明出来还有一百多年。

但道哥微微一笑——



原子的重量称不出来，但可以曲线救国嘛。直接比一比不就行了!那么怎么个比法呢？

找个胖子，往秤上一站。



直接显示真实体重，这叫绝对质量。

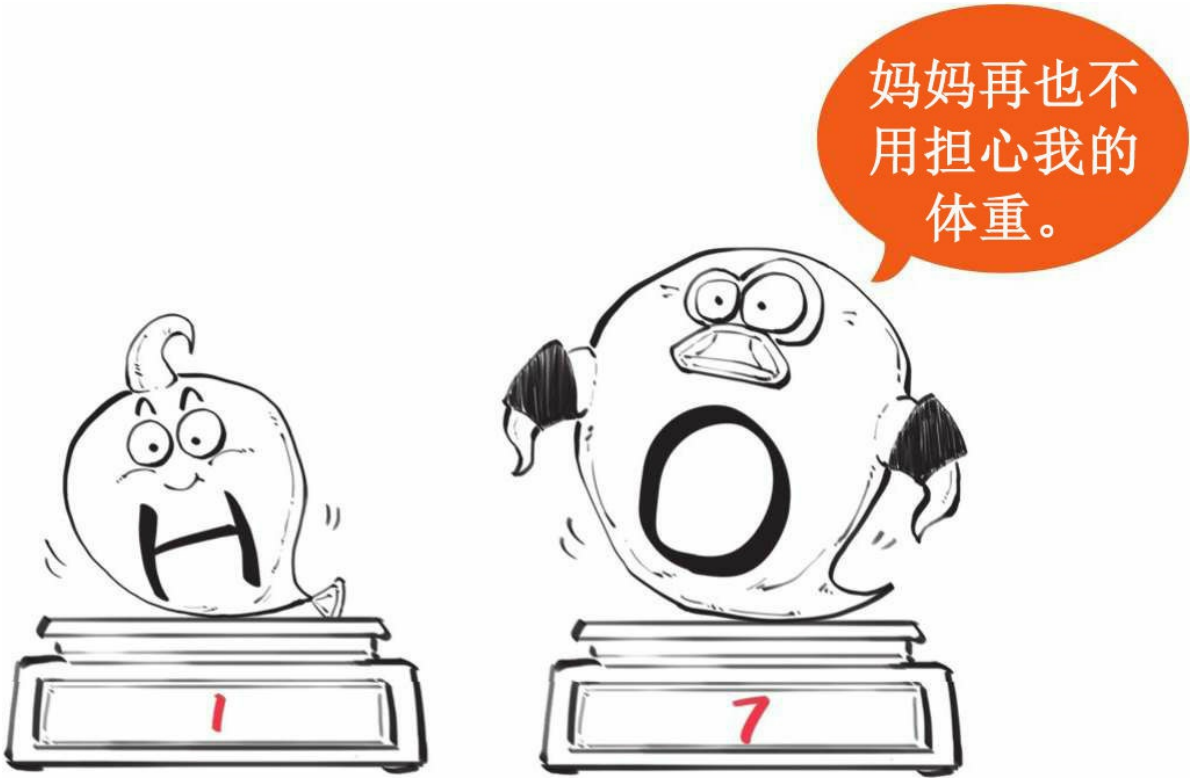
如果没有秤，那就称不出几斤几两，这时想知道轻重，还有一个办法。有请老王!

假设小鸡体重是1，那母鸡体重就是10，这个10就是相对质量。

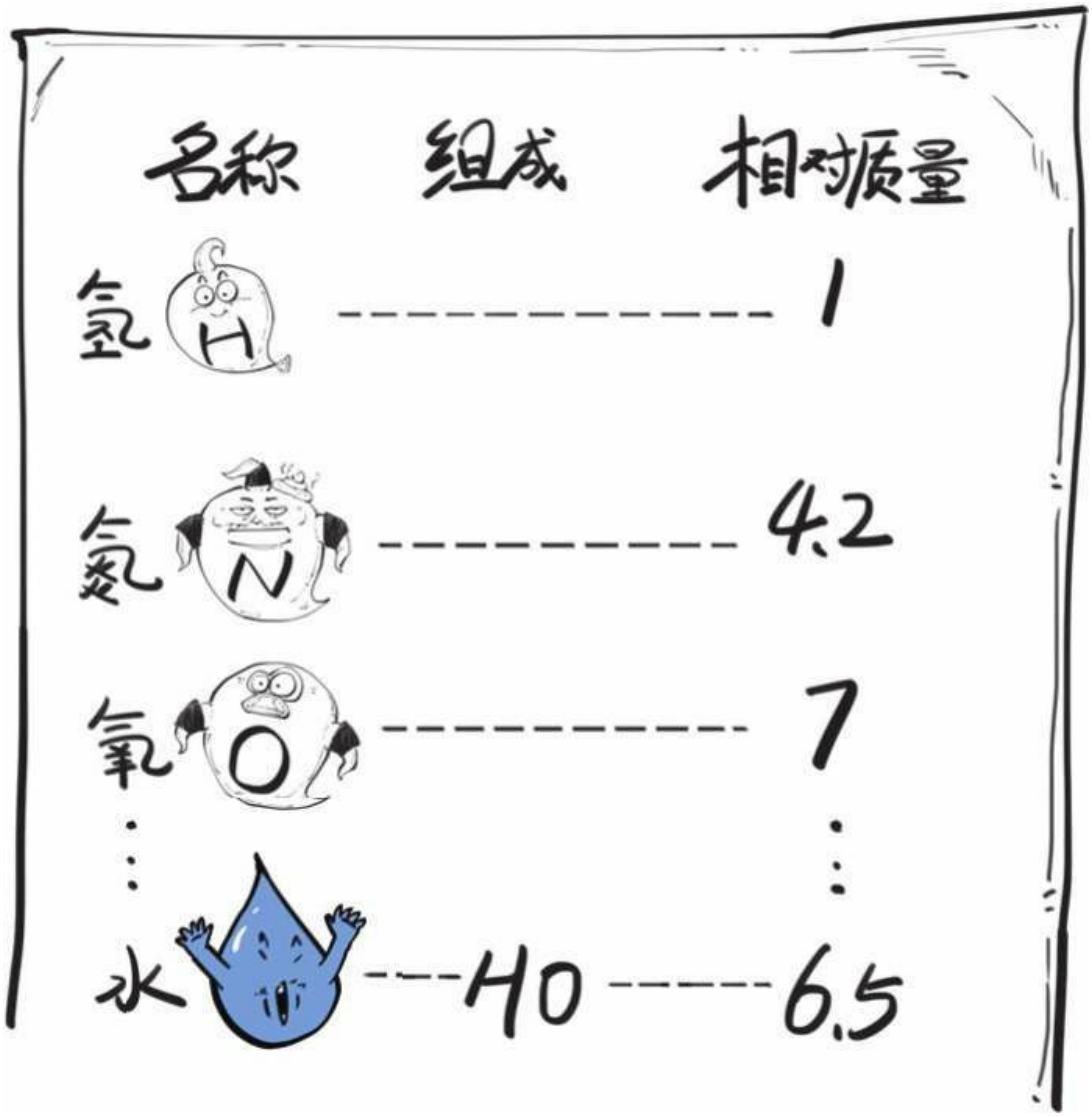
而道哥用的就是相对质量，来表示原子有多重。

一通实验操作下来，道哥发现氢原子最轻，就把氢原子的相对质量设为1。

1克氢气和7克氧气恰好能反应，掐指一算，那么氧原子的相对质量就是7。



照这个套路，道哥摸出了不少原子的体重，按照化学家的传统习俗，他也整了张表。



当然，表里很多数都是错误的，比如氧的相对质量其实是16。这说明啥？贫穷影响科学进步啊!

不过把氢的体重设为1，他还真蒙对了。

最后，道哥总结了一下，提出了自己专属的原子论。

同种元素的原子就像多胞胎，体重、长相一模一样。

不同元素的原子，就像别人家的孩子，各像各妈。

而且各元素反应符合倍比定律。

古希腊的原子论是纯靠猜，也没提原子的质量，而道哥是连蒙带猜加实验总结，还提出了关于原子质量的想法，大家用原子论分析化学现象，发现果然好使。

原子论一出，道哥名震欧洲，大家尊称他为近代化学之父。

看了道哥的故事，你们明白了吗？

当然，道哥不仅蒙的段位高，学位也高，后来牛津大学授予他博士学位，连国王都亲临现场。

别忘了，人家小学都没毕业。

另外，道哥对科学是满满的爱，为了科学研究，他终身未婚。

道哥的个人问题咱不用担心，可他留下了一张元素表，比较乱，让其他人很是担心。

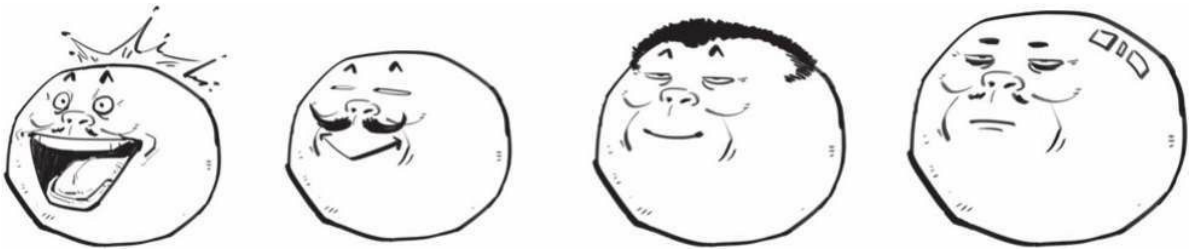
Part 2　建表格

最担心的要数一位俄国化学家，他坚信：缺钱缺头发都没关系，就是不能缺逻辑!他就是——

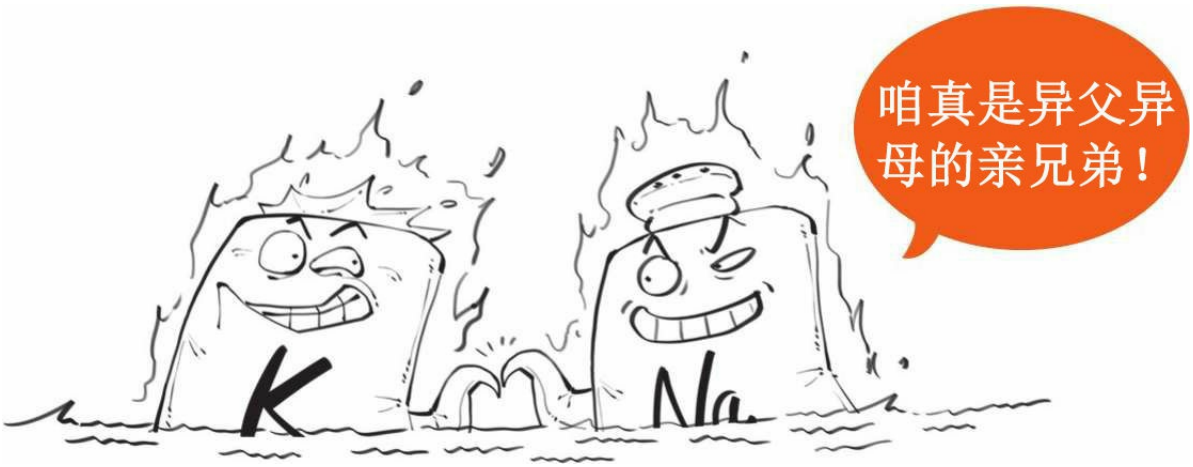
门捷列夫

为了搞清楚各种元素的规律，阿门反复实验，日夜加班，到处乱窜，终于有一天，他悟了。

他发现元素有很多种规律。首先，不同元素体重不同，可以由轻到重排列。



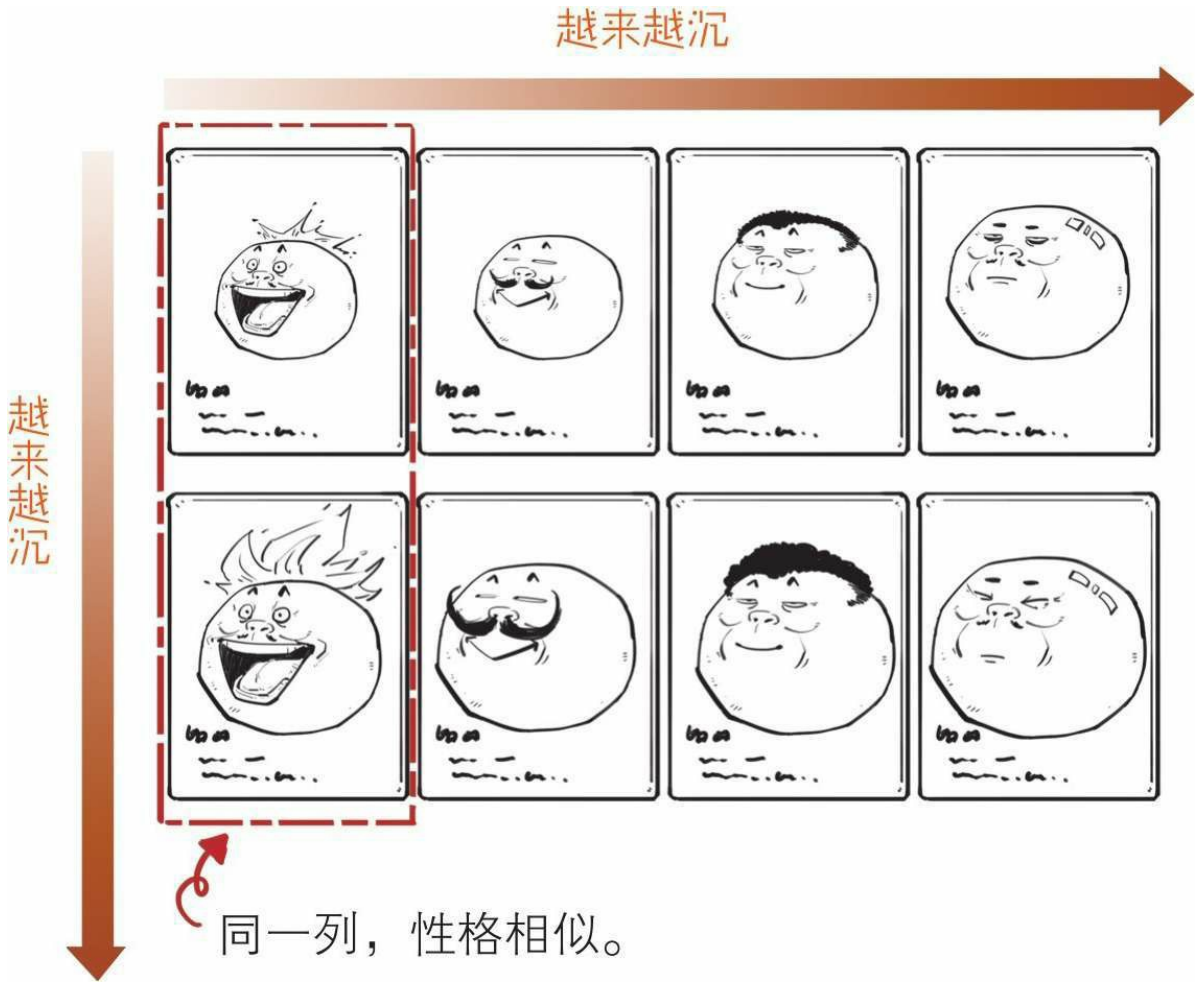
其次，他发现有些元素性格很像。比如钠和钾都贼活泼，一碰到水就激情燃烧。



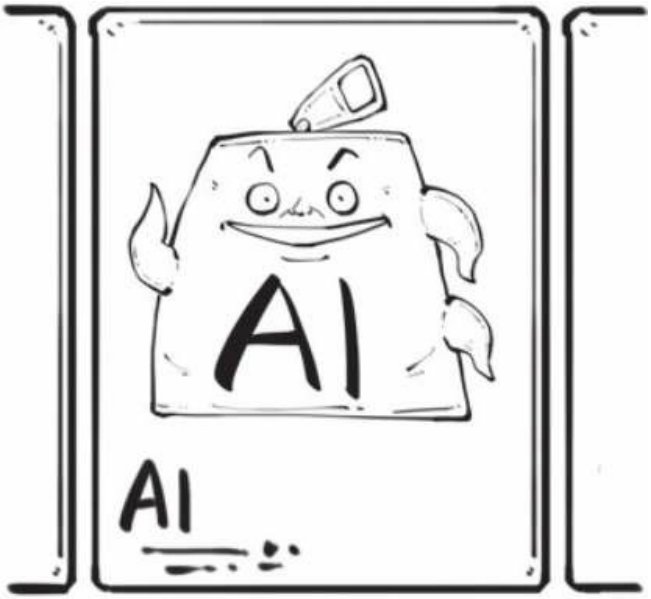
我们现在知道，这是因为原子最外层电子数一样，性质就相似。

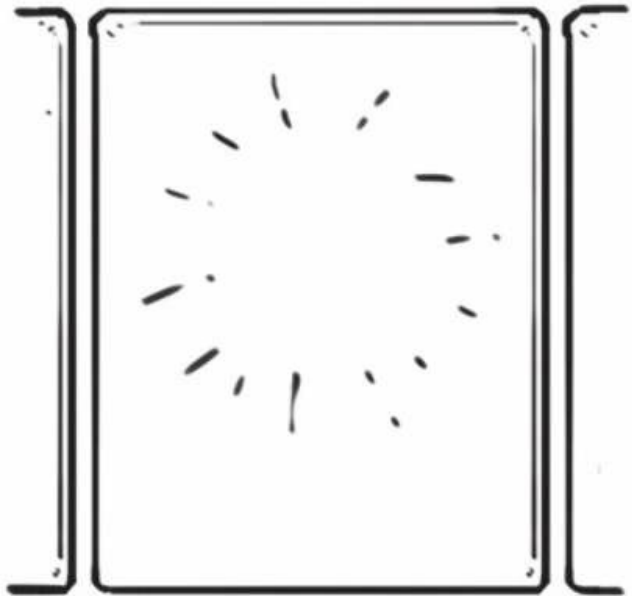
阿门把这些元素的姓名、体重、性格，列在一张张小卡片上，按规则排列。

从左往右，从上往下，体重增加。



这就是第一张元素周期表。但由于当时只发现了63种元素，所以表里有一些位置是空着的，比如铝下面就有个空位，当时被称为铝下元素。





铝熔点低，阿门根据元素性格规律，掐指一算，这个位置应该也是个软蛋，熔点很低。

后来科学家发现了这个元素，叫镓，熔点低到放手心里都能熔化，就问你服不服？

科学的伟大之处就是能给出预言，用元素周期表能预测新元素，堪比用万有引力能预测海王星。

有了阿门的元素周期表，之后的科学家们只要按规律，慢慢补齐里面的空位就行了。

于是就有了我们化学书上要背的——

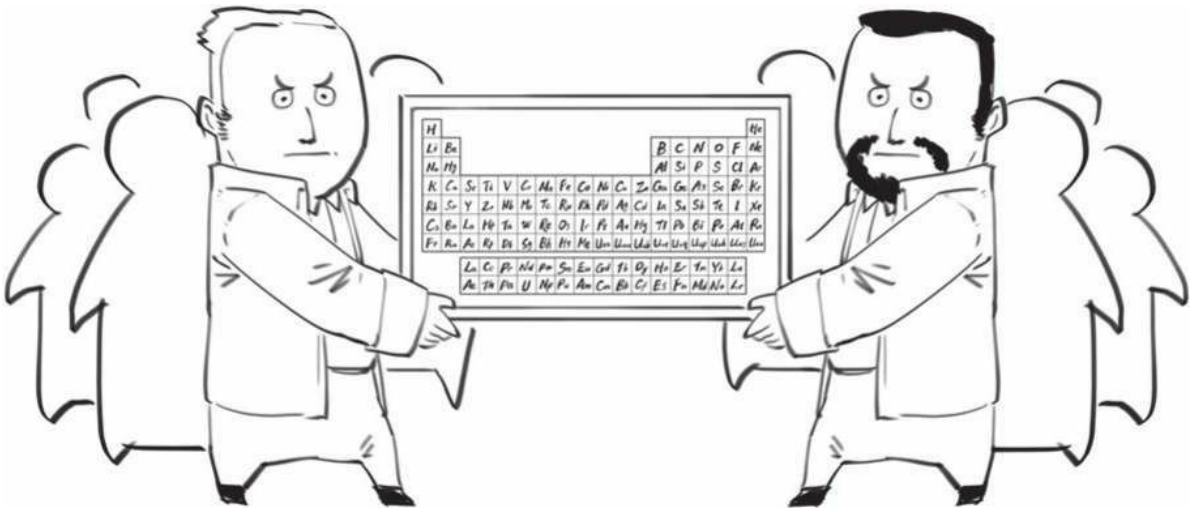
元素周期表

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Uun	Uuu	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

为了纪念门捷列夫，第101号元素被命名为钔。

1907年，门捷列夫去世，数万俄国人为他送葬，队伍前面不是遗像，而是一群青年学生抬着元素周期表。



阿门的故事结束了，但其他化学家并没有停下探索的脚步，还是在和空气死磕。这一磕，又磕出了啥呢？

我们下章接着讲!

五、怼空气怼出的分子论

我们从前面的故事可以看出，科学发展到现在，科学家们大致分为三类：

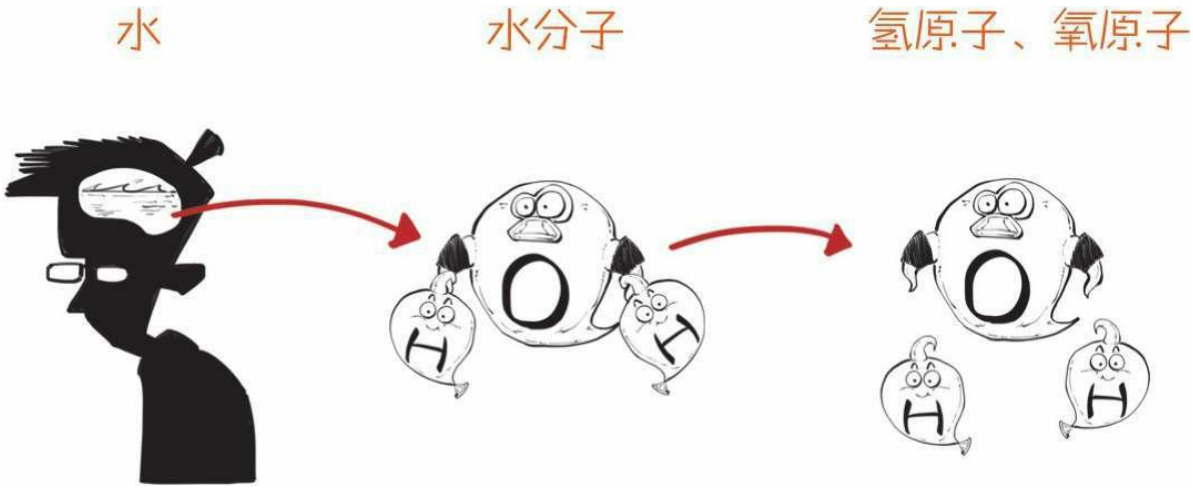
一类专怼天。

一类专怼地。

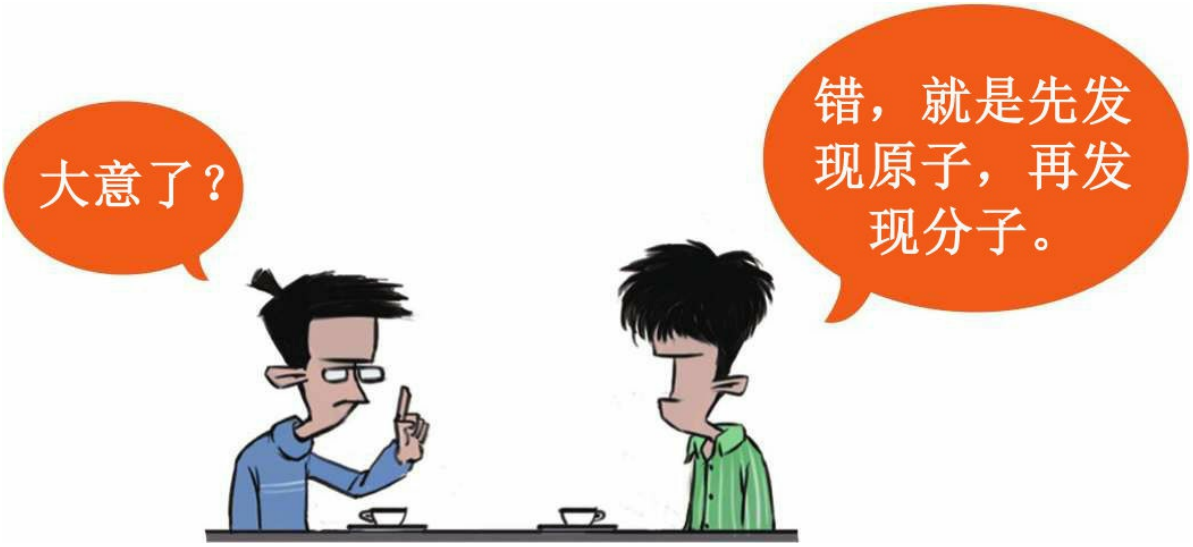
还有我们今天说的这类，专怼空气。

化学走上科学化的道路，这群专怼空气的科学家贡献可不小。

现在我们都知道物质由分子组成，分子由原子组成。



按照常规逻辑来讲，应该是先发现分子，再发现原子。但为啥上篇我们却先聊原子是怎么被发现的呢？



所以今天的话题就是——

分子是咋被怼出来的？

Part 1　空气的脾气

牛顿力学体系建立后的一段时间里，科学还是处于通信基本靠吼，实验基本靠瞅的阶段。

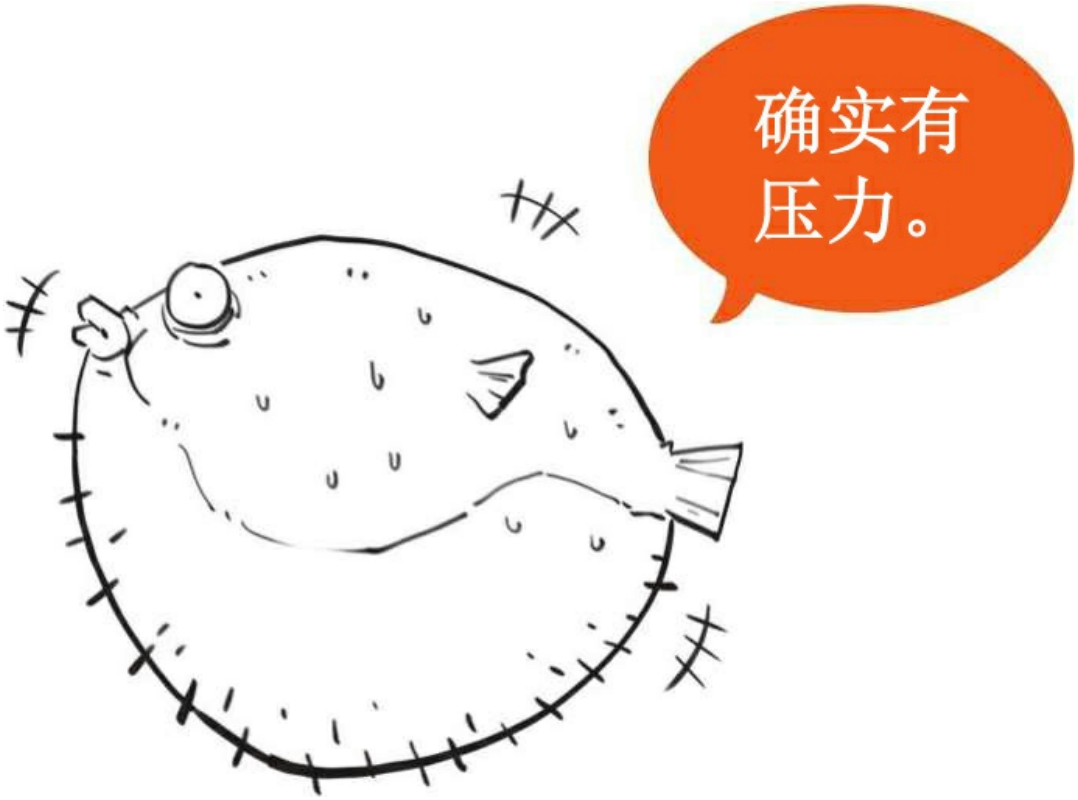
可气体瞅都瞅不到，咋研究呢？科学家们灵机一动，给气体立了个人设。

这就是理想气体。

理想气体方便研究、计算。很多气体研究都用它做模型，比如理想热机里的气体。

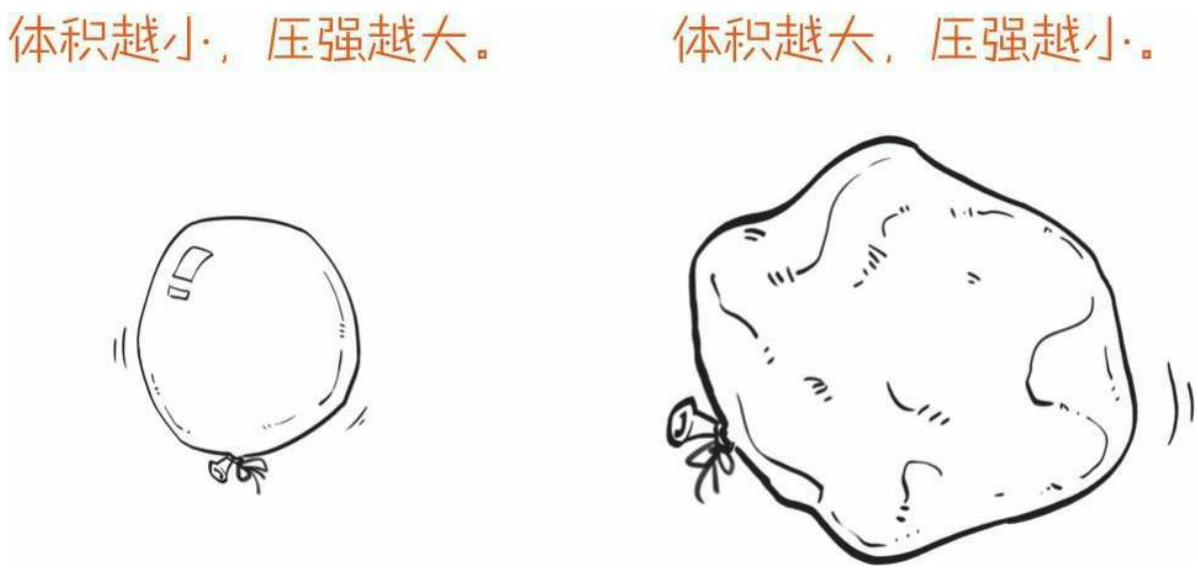
在理想气体提出之前，有些猴急的大佬早就开始研究空气了。比如英国皇家学会的创始人之一：玻意耳。

玻意耳发现气体虽然弱不禁风，但也会给人压力，不信你鼓起嘴来试试？



你可以通过控制气体压力大小，让脸部鼓起的幅度不同。这种效果用压强表示，脸鼓得越疼，压强越大。

玻意耳发现，一份气体装起来后，同等温度情况下，气体压强和体积成反比。



那气体是咋放出压强这个大招来的呢？

数学家伯努利认为气体本体是一群小不点儿，不仅有多动症，动得还贼快。它们高速撞击周围的物体，就产生了压强。

可气体微粒到底啥造型呢？

气体这个谜一样的多动症引起了更多人的注意，其中就包括特别穷爱思考的道尔顿。

我们的道哥又出手了。他掏出两个一样的瓶子，分别充满氮气和氧气，并使它们压强相等。

然后把氮气全部压入隔壁的氧气瓶，混合后的气体压强瞬间翻倍。

这就是混合气体分压定律。

由上面的实验可以看出，同样的空间，气体数量越多，压强越大。

能往这方面想，再结合道尔顿的经济情况，我严重怀疑他挤过早高峰。

当然，道哥最牛的就是提出了原子论，认为气体是由原子组成的。这套理论很吸粉，但也引来不少争议。

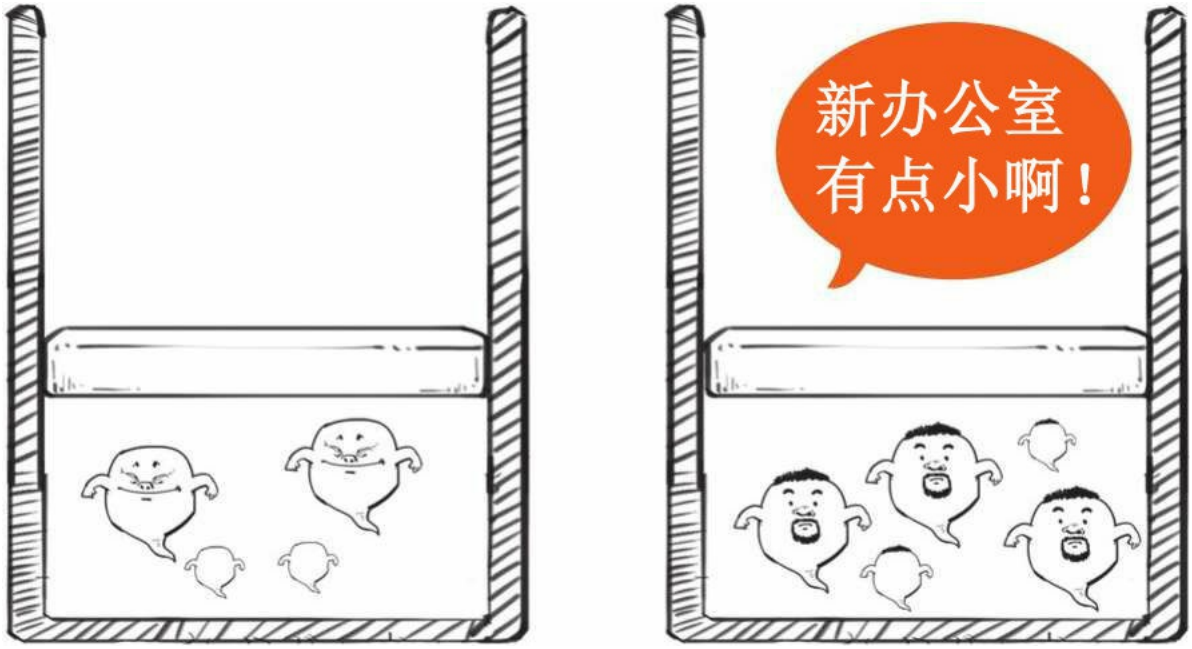
Part 2　原子的争论

法国科学家盖-吕萨克就是道哥的粉丝之一。

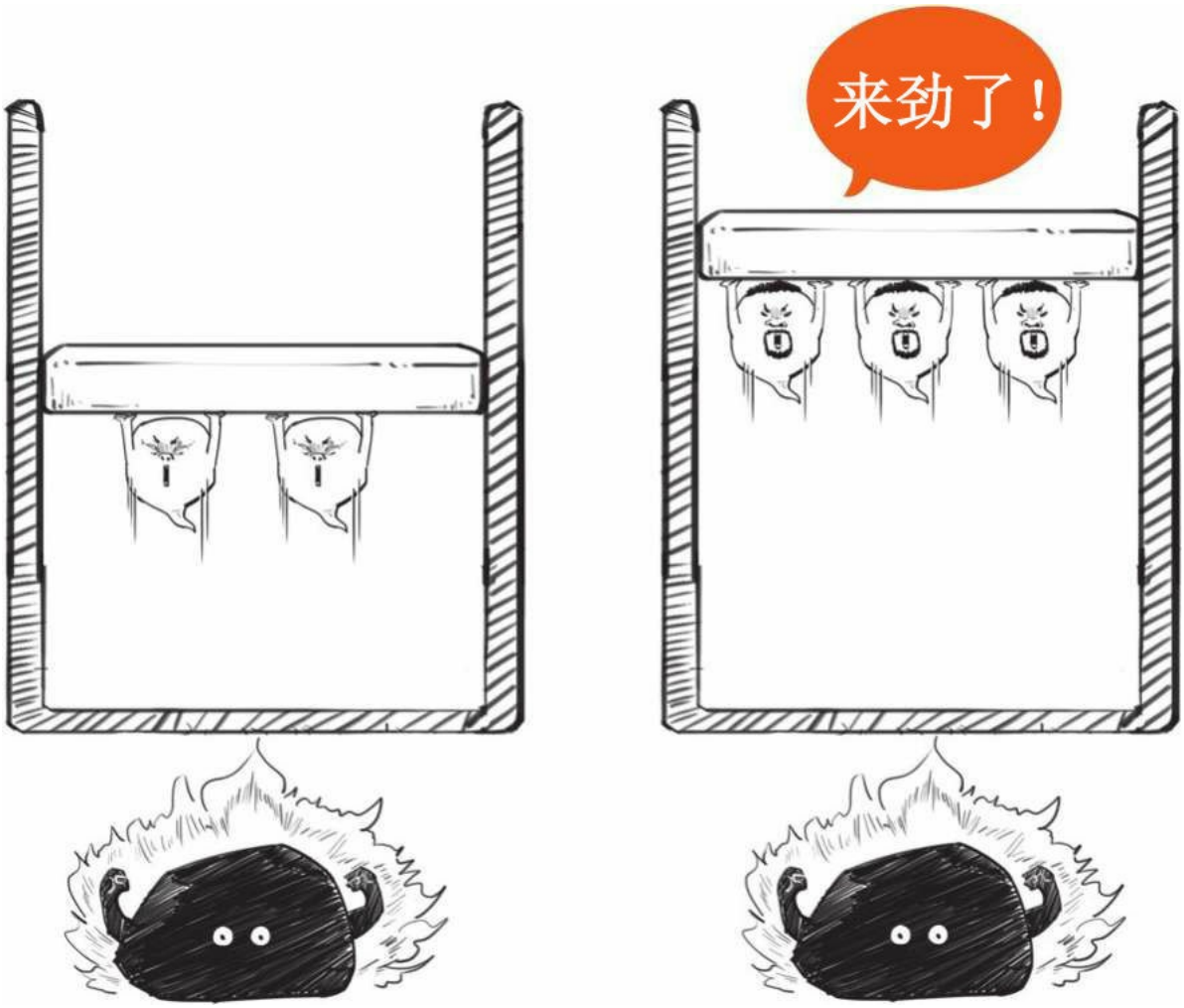
似乎每个科学家都有自己的天命实验，小盖也不例外。

实验**1**：膨胀看人数

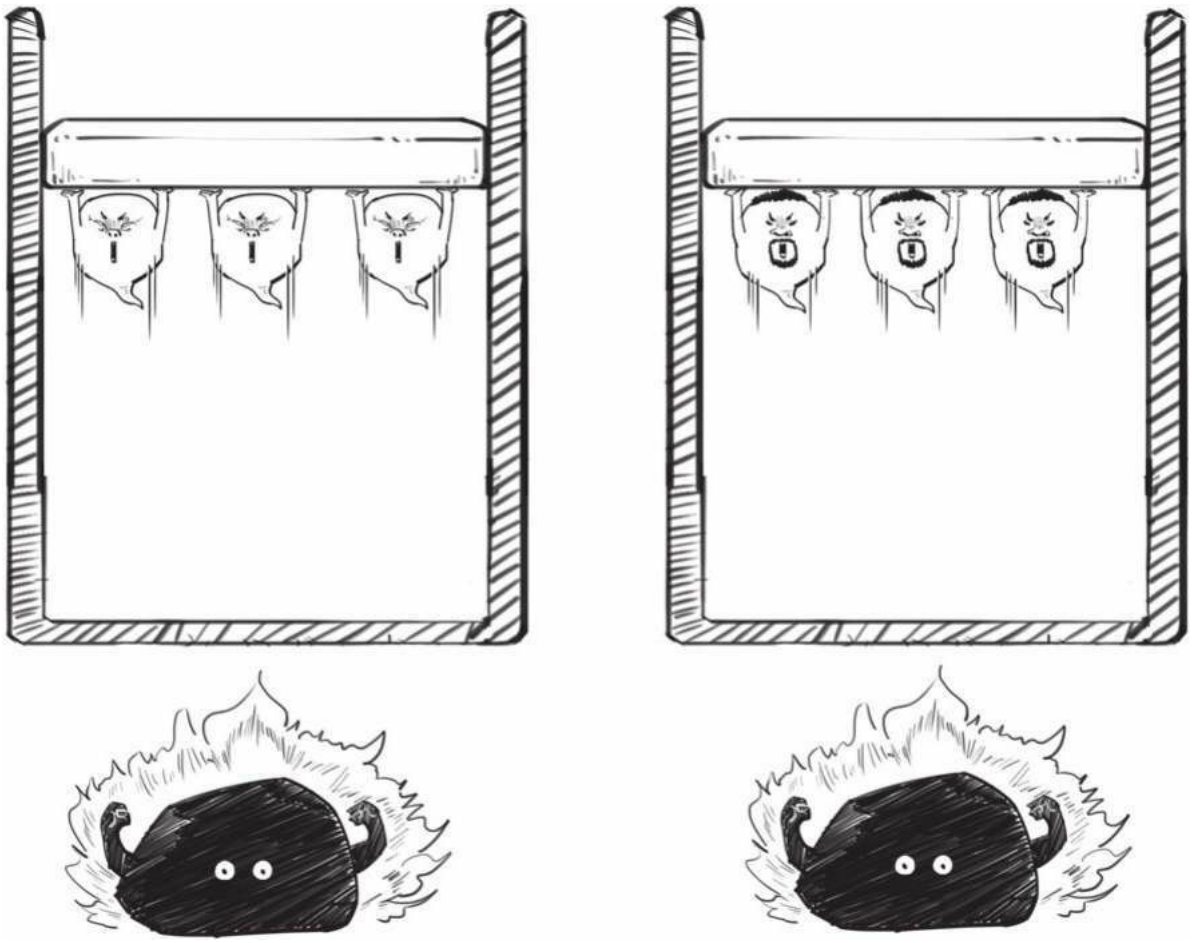
小盖先整了套下面这种造型的装备。两个装置体积一样，但里面的气体品种不同，而且不知道有多少原子。



把两个装置里的气体加热，气体原子们的小暴脾气上来了，把装置一顿猛推，产生膨胀。气体原子越多，越膨胀。



但小盖发现，两个装置上升至相同的温度后，它们膨胀的情况是一样一样的。

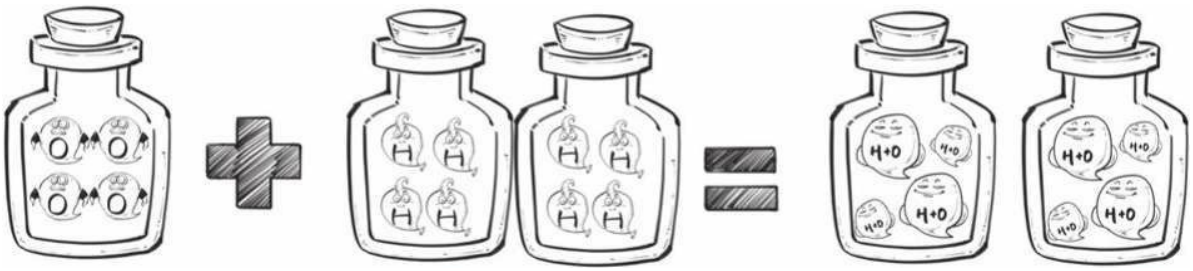


这说明啥？

于是小盖得出一个结论：大环境相同时，相同体积的气体中，不管你是啥粒子，数量都一样。

实验**2**：反应按比例

小盖又搞了一套实验，发现用氧气和氢气按体积**1**：**2**的比例可以制成水蒸气。



这么巧？小盖又换了种料，换成氢气和氯气，发现能按体积**1**：**1**的比例生成氯化氢。

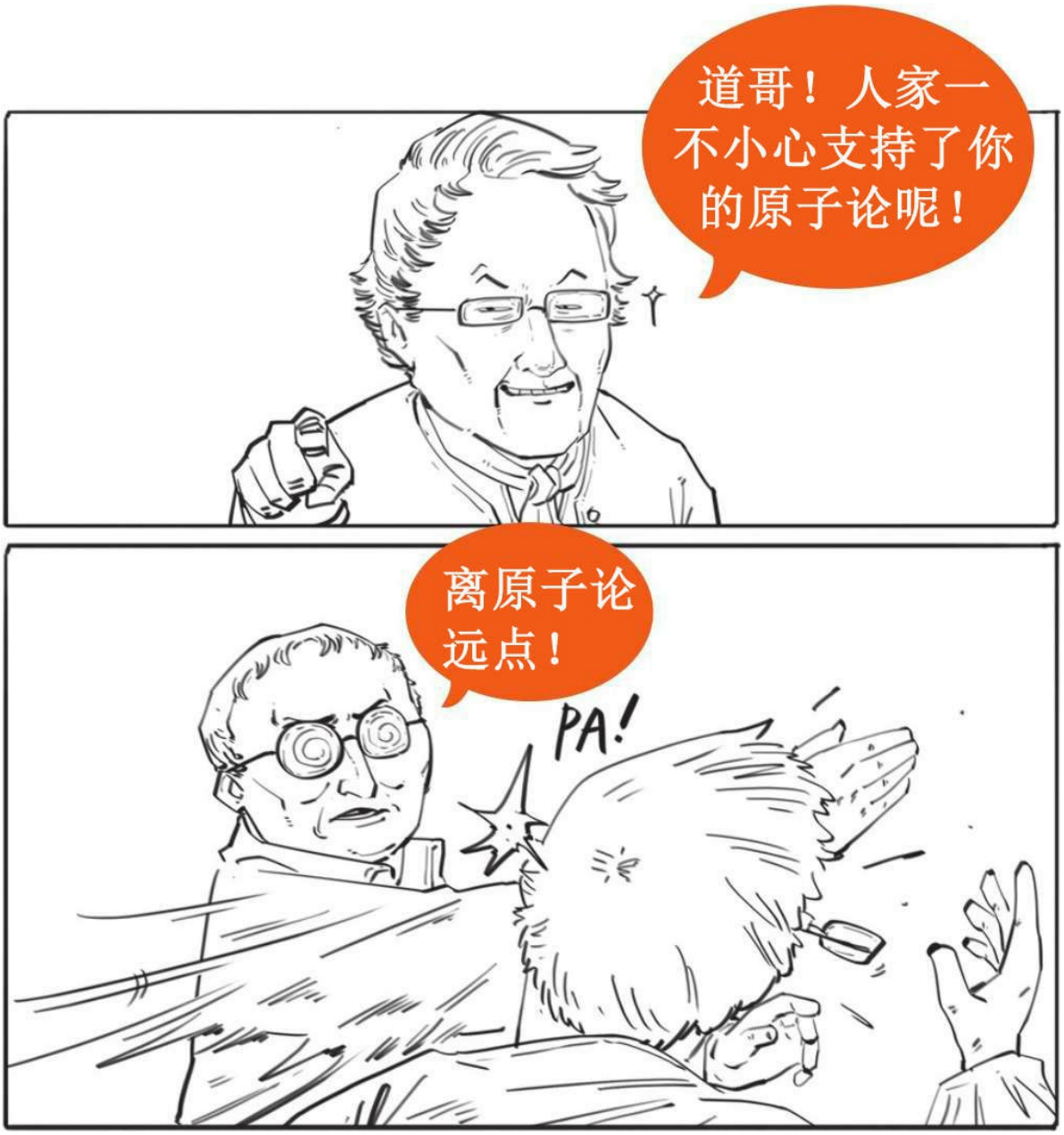
于是擅长总结的小盖又说了：

同温同压下，参加同一反应的各种气体，体积互成简单整数比。

理科生看到这儿，可能觉得后背有点发凉，呼吸紧张。

小盖觉得这招真是棒，从原子角度看，原子组成气体，原子成双成对按比例反应，那气体当然也是按比例来了。

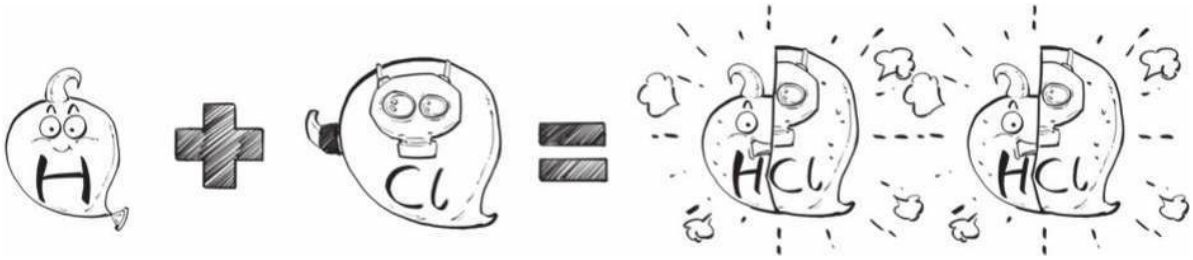
H
O
H



为啥明明是支持他，道哥却不买账呢？

如果按照小盖的说法，气体按比例反应，那咱举个氢和氯的例子来看。

那么换成一个氢原子和氯原子，肯定也是按这个比例反应。



看到没有？生成了这么个鬼东西!

关键是，要生成它，就得把氢原子和氯原子切开。

这就触到了道哥原子论的一条底线原则：原子是物质世界最小的单位，不可被分割。

所以小盖哪是支持，分明是找碴儿，道哥能不怒吗？

于是小盖粉转黑，两人开始battle。

注意，battle双方分别来自欧洲大陆和英国，然后就引起了双方学术圈都来参战。

以前欧洲大陆的莱布尼茨和英国的牛顿就为微积分的问题大吵过。

这场神仙打架让两边的学术圈结下了梁子，积怨已久。

吵架这种事虽然游离于科学之外，但也有一条宇宙万用定律——

于是引得更多人开始关注这个问题。除了原子能不能切，当时化学界还有其他很多疑问。

两瓶氢气加一瓶氧气的反应，咋就剩两瓶水蒸气了？

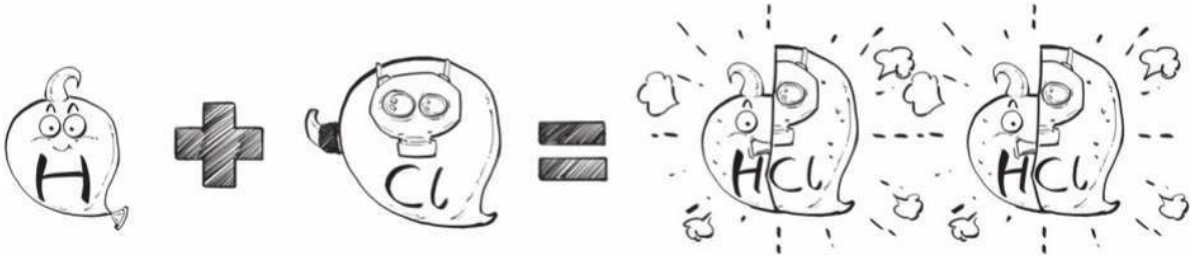
如果原子不能切，那每个氢气微粒里含有多少个氢原子？

大家吵来吵去，有位律师实在是看不下去了。

Part 3　真相只有一个

这位律师就是阿伏伽德罗。虽然是一名律师，但他感觉自己的工作就是吵架。

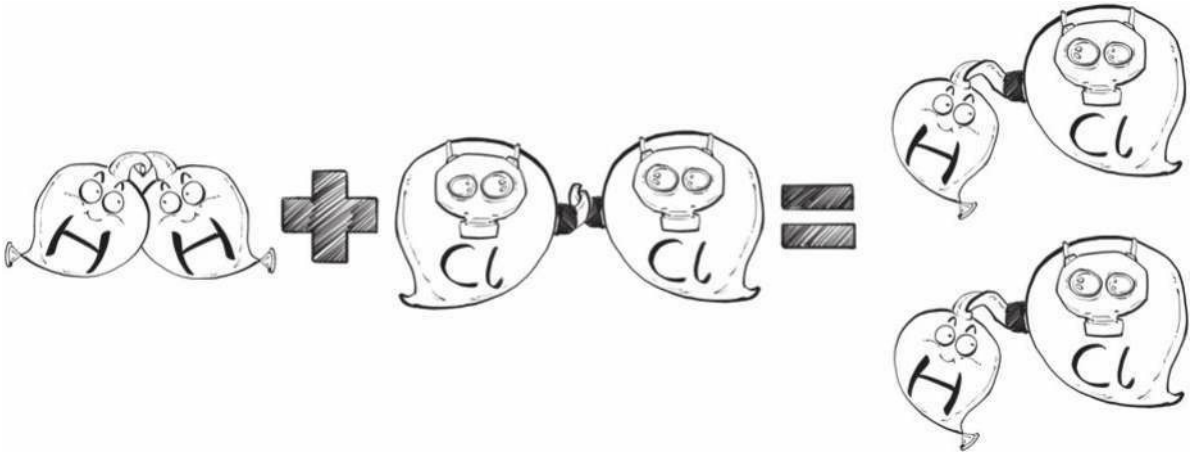
于是罗哥果断转行去研究喜欢的数学、物理啥的。正研究着，他碰到了这个问题：原子能不能切呢？



赤裸裸的现实说明，这个反应想成功，必须可以切。可原子是物质最小的单位，不能切。

矛盾，太矛盾了!憋了半天，罗哥突然想到：

他觉得这个反应应该是下面这样：

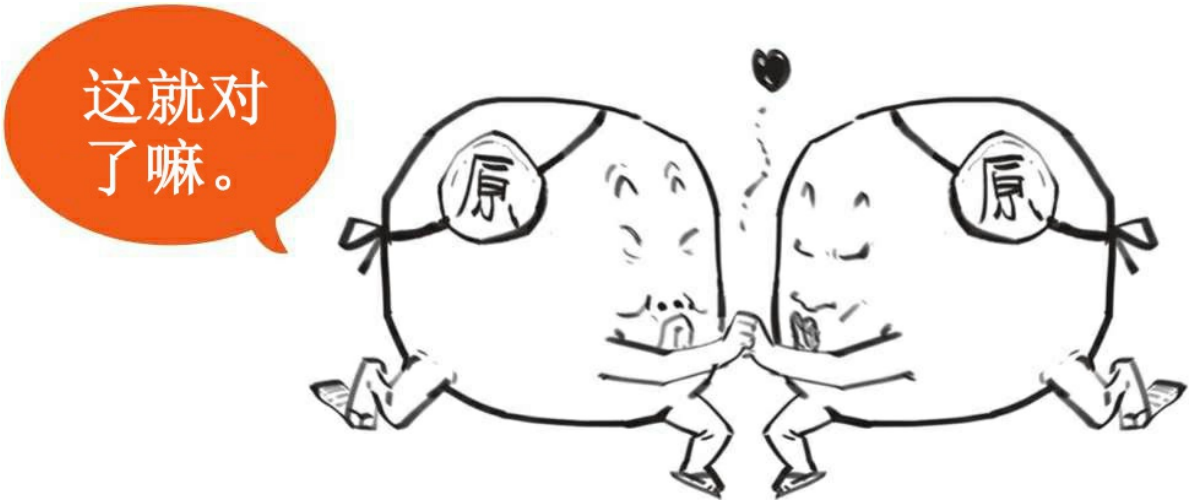


这样一来，气体既能按比例反应，原子也不用再切。完美!

于是，他把原子的这种组团叫分子。

以前大家觉得，气体微粒平时应该是单身。

而罗哥认为单身的存在不太合理，气体微粒的标准姿势应该是成双成对的原子，也就是分子。



于是就提出了分子论。

他顺便把小盖的结论翻新了一下，变成了：

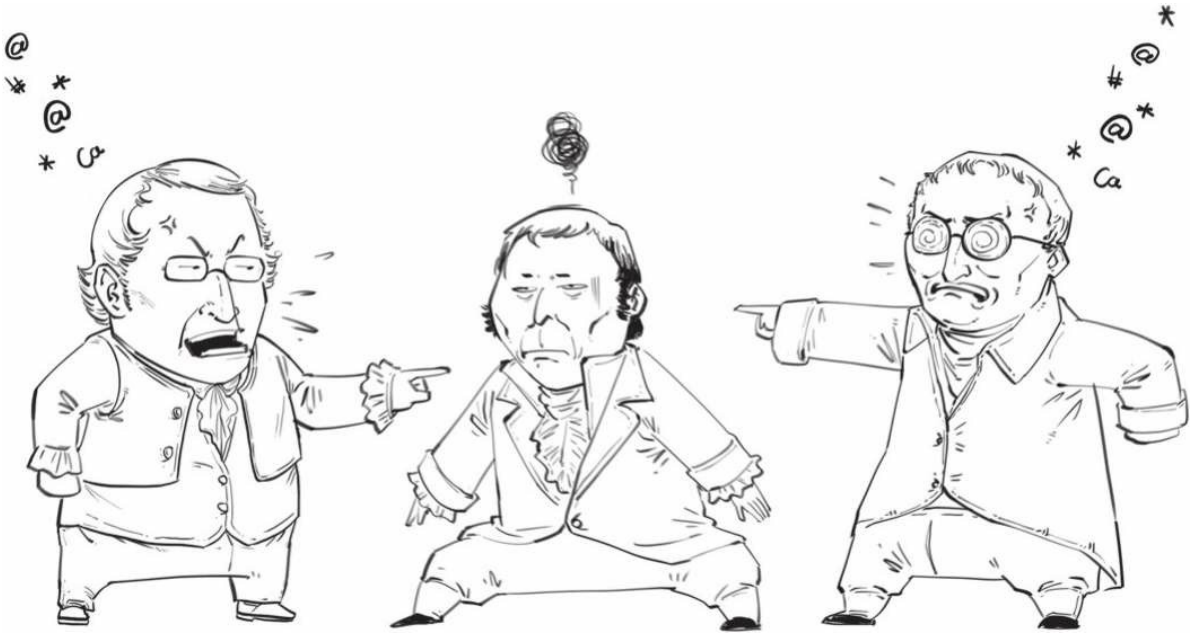
大环境相同时，相同的体积中，不管你是啥分子，数量都一样。

这就是阿伏伽德罗定律。

由此罗哥还觉得气体分子数越多，体积越大，分子数和体积成正比。

发现了不得了的事，罗哥赶紧公之于众，想阻止这场争吵。

结果，就算连发了几篇论文，也没人理他。



为啥大家接受了原子论，却不愿接受分子论呢？

原来分子论中说，气体小粒子都是由两个原子组成的，大家觉得哪有这么巧的事。

而且有位化学家说过原子都带电，同种原子带有相同的电荷，同性相斥，因此同种原子是不可能在一起的。

所以大家都不信分子论，罗哥白忙活半天。

之后的15年里，大家依然围绕着原子论吵来吵去，直到罗哥去世4年后，大家吵不下去了，才终于接受了分子论。

在分子论的基础上，后来的科学家发现了一团气体中确切的分子数量，但这个数量大得不像话。

比如0℃时，一个标准大气压下，22.4L气体中就有6.02×10^{23}个分子。

为了纪念阿伏伽德罗，有人就把这个数命名为——

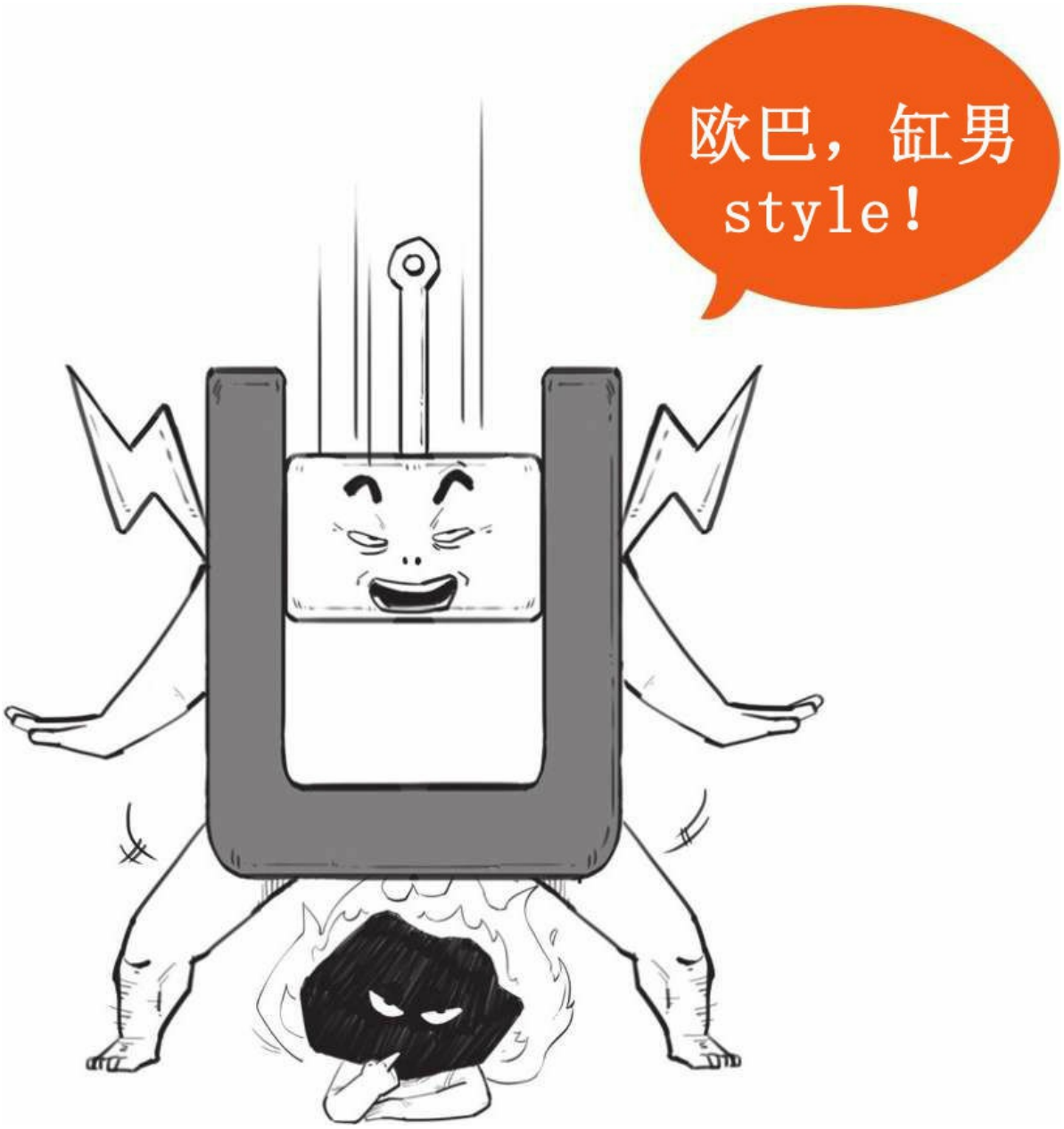
这个常量，相当于把一大堆粒子打个包。

用这个常量做计算时，既能知道气体粒子数，也能知道气体的整体状态，把微观和宏观联系了起来，具有非常重要的科学意义。

在那个年代，要对肉眼看不到的分子及原子进行探索，只能通过不断地实验、归纳和总结，通过想象和推断，一步步接近真相。

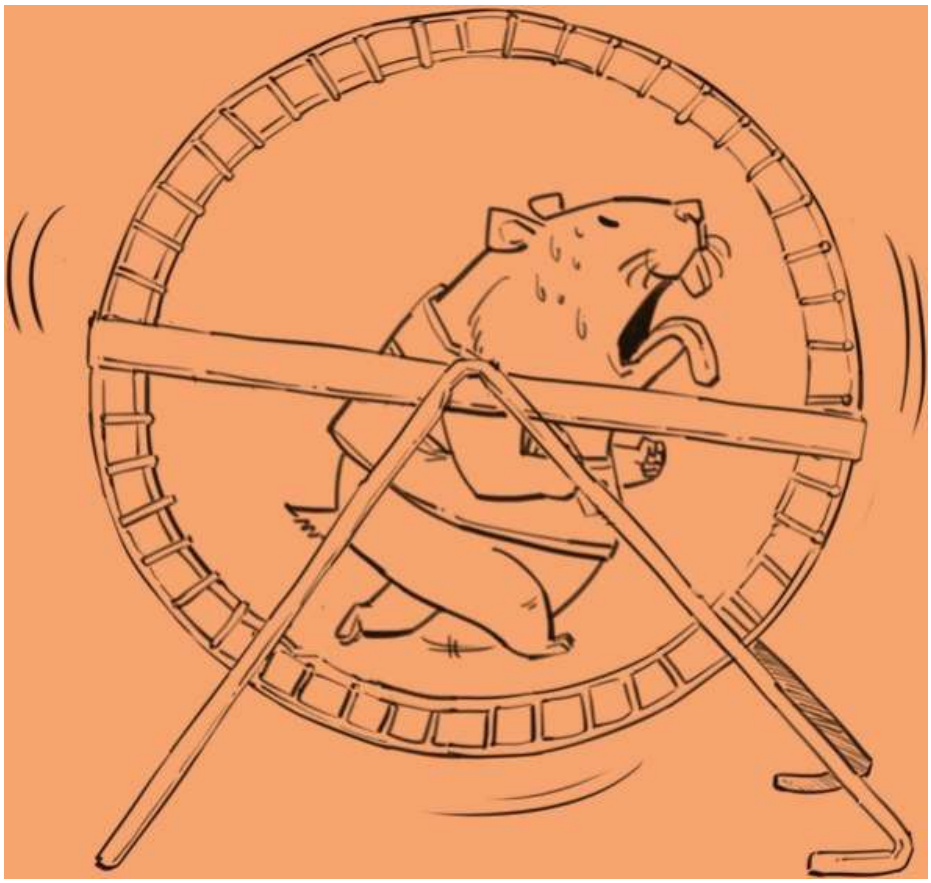
面对看不见的微观世界，科学家们需要想象力，对宏观世界束手无策时，想象力也格外重要。

既然理想气体已经被提出，接下来科学家们又立下一个新目标——研究理想热机。



具体咋回事，咱们下章接着聊！

六、永动机的宿敌——能量守恒定律

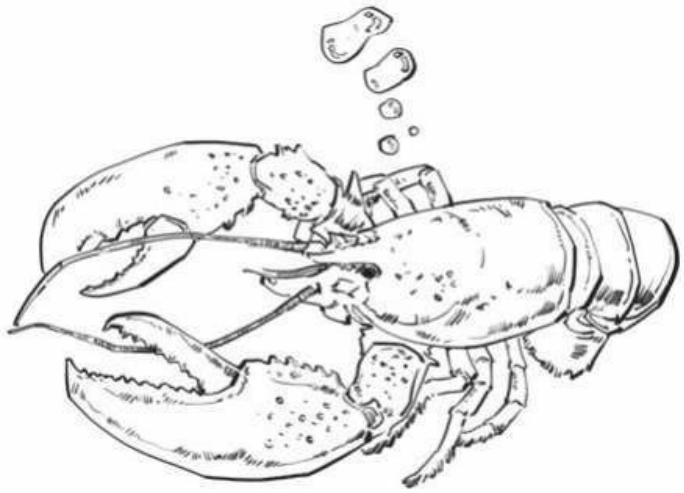


要知道，在追求懒方面，人类可谓孜孜不倦，最经典的要数试图造一种机器，往那儿一放，不烧燃料就能帮我们干活，也就是第一类永动机。

到今天，都还有人没放弃，妄图实现不上班就拿钱这种事。

现在一说到永动机，大家想到的结构只有一种，那就是——

虾扯蛋



但你知道人类花了多大力气才发现这东西很扯淡吗？也正是钻研这个扯淡的东西，热力学才能不输给化学物理，迎来自己在科学上的进步。本章混子哥就给大家讲讲——

想要永动机，咋还得出了能量守恒？

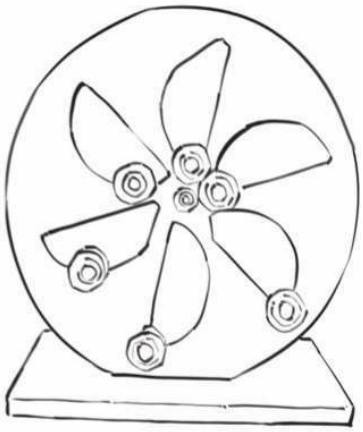
Part 1　我想要台永动机

早在13世纪，就有人认认真真搞永动机，搞出来的造型也是千奇百怪。

有这样的：

一种叫魔轮的永动机

还有这样的：



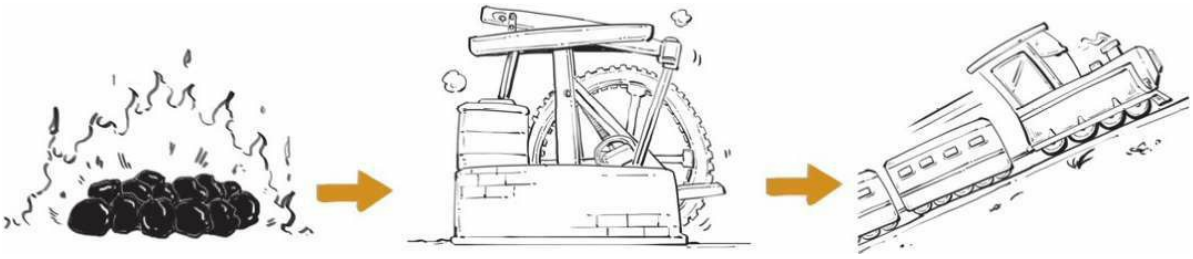
进阶版魔轮

他们都想达到根本停不下来的效果，但最后嘛……

就连达·芬奇也研究过这玩意儿，几次碰壁后，他得出个结论：

但至于为什么不可能，达·芬奇也说不出个一二三，所以没法阻挡后人探索永动机的热情。

后来蒸汽机横空出世，大家一看，好猛啊，只要给它加热，连火车都能带跑!



可无论怎么猛，都得烧煤啊，多不节能环保!于是就有人动了小心思：

要想让蒸汽机变成永动蒸汽机，就得从根源入手，杜绝热的输入。那么问题来了：

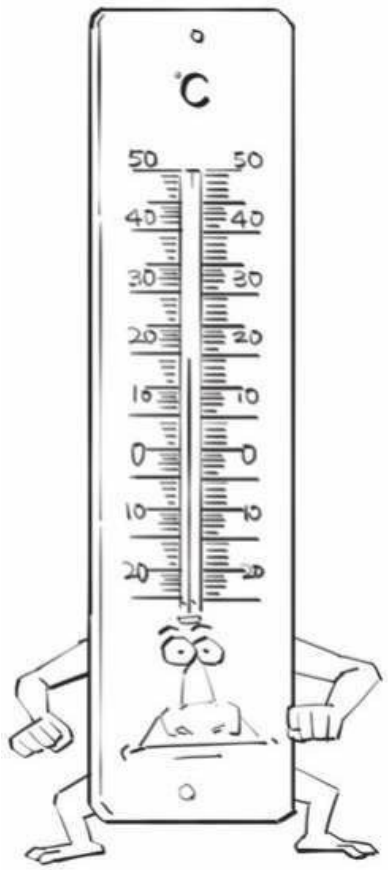
热是啥玩意儿呢？

不是吧，你不会觉得热就是温度吧？

Part 2　此热非彼热

一说到热，手就立马伸向空调遥控器，再往沙发上一摊，冰激凌一吃，完全不把窗外的太阳放在眼里。

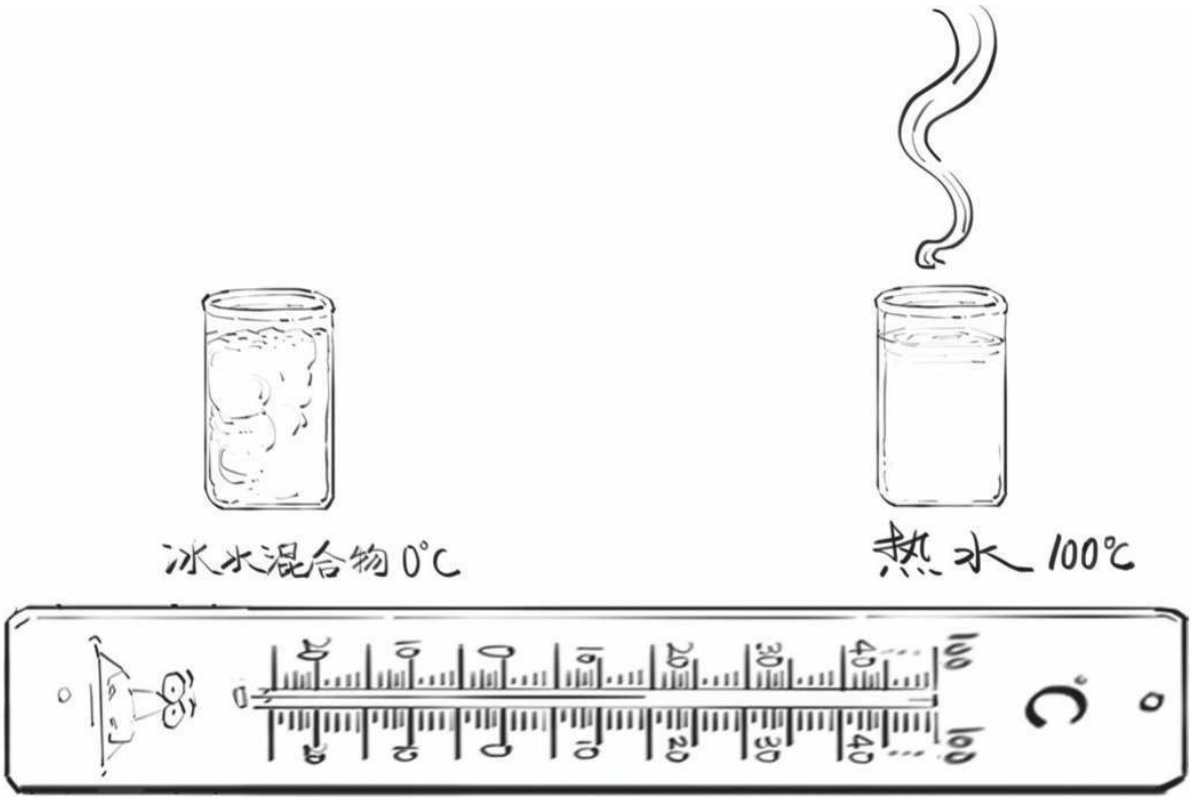
那咋知道太阳底下多热、空调底下多凉快呢？答案是你得有个神器：



温度计

17到18世纪，很多人发明了测量温度的方法，瑞典人摄尔西斯就是其中之一。

小摄把冰水混合物的温度设定为0度，烧开的水定为100度，再把中间分成一百份，这样就得到了温度的计量标准。



为了纪念他，这种温度单位就叫摄氏度。

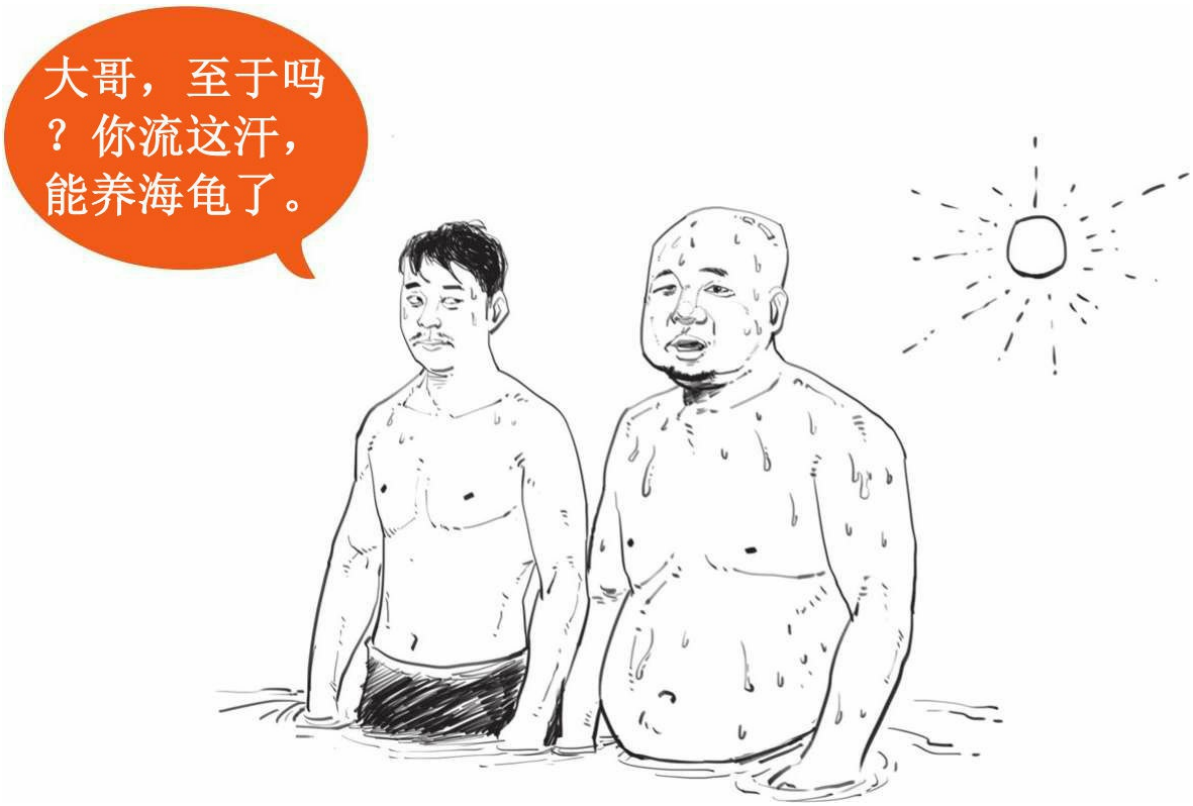
摄氏度毕竟是人为设定的，太任性，后来开尔文勋爵用绝对零度为起点，建立了更科学的开尔文温度。开氏度=摄氏度+273.15。

虽然温度能测量，但人们发现温度只能表明你的冷热，不能解释物体之间热的传递过程。

比如两块煤都挺烫手，温度相同：

但块头不同，加热的效果就不一样。

也就是说，温度和热量其实是两回事，同样的温度，能热出不同的效果。



那热量不是温度又是啥呢？

Part 3　热量是一种物质吗

以前条件不行，人们理解世界的方式比较直观，说白了就是用眼瞅，然后连蒙带猜，最后总结。

在观察热的时候，有人就大胆设想，觉得热好像是个东西，藏在物体里，还能流出来。

于是在1783年，英国化学家普里斯特利提出了一种理论——

热质说

意思就是，热是一种看不见的物质，藏在物体里伺机而动，哪天物体表面一裂开，它就蹿出来给你温暖，从高温处流向低温处。

热量喷薄而出的感觉，就像——

18世纪时，热质说相当火，著名化学家拉瓦锡还把热质列入元素表中。

但很快有人发现了热质说的漏洞。

这个人叫伦福德，在兵工厂上班。他给炮筒钻孔时，发现只要一直摩擦，炮筒就能一直发热。

他突然想到，铁根本没裂开，没流出热质，可咋就这么烫了呢？

摩擦生热，这赤裸裸的现实，直接让热质说站不住脚，这才让大家觉得热质说不靠谱。

虽然热质说不对，但到今天，它的影响仍在，你听，一大拨小姐姐还在呼喊它的名字：

热质(caloric)这个词后来演变出了卡路里(calorie)，四舍五入也算是为流行文化做了贡献。

关键是确定热质说不靠谱之后，大家还是没明白，摩擦和热有啥关系呢？

Part 4　摩擦的奥秘

解开这个谜团的，就是传说中的焦耳。

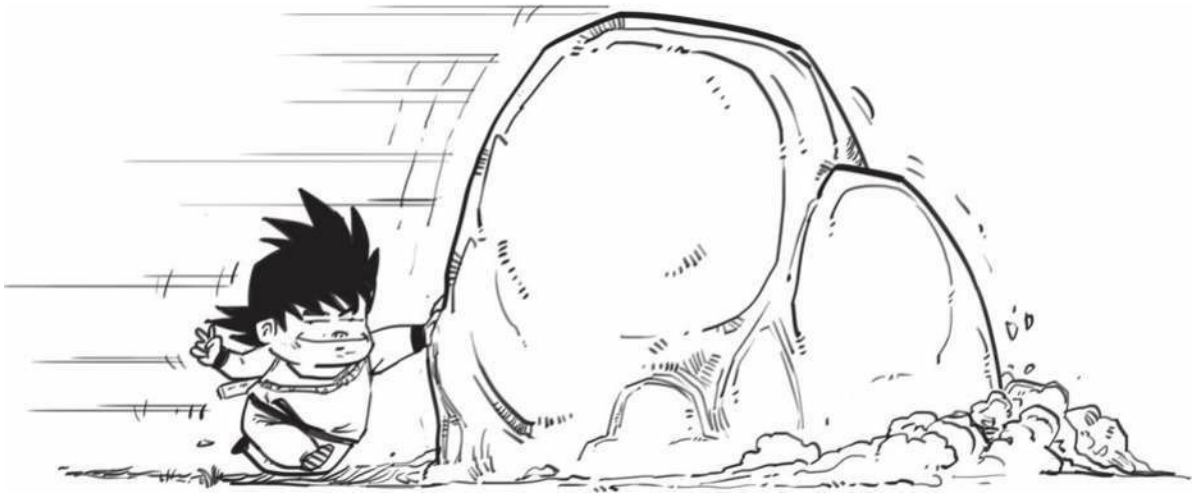
焦耳小时候没有受过正规教育，但他比较幸运，遇到了化学家道尔顿。在道尔顿的引导下，焦耳学会了搞科学实验。

成年后，焦耳经营自家的啤酒厂，生意做得风生水起，但他并没放弃搞科研。

为了探究摩擦生热的真相，焦耳发挥特长，动手做了实验。

在探究实验前，咱首先得明白一个概念：啥是做功？

一个力让物体在施力方向上移动了一段距离，我们就说这个力对物体做了功。



做功在生活中随处可见。

比如老王去搓澡，师傅用30年的功力给他搓背，那就是对老王的美背做功。

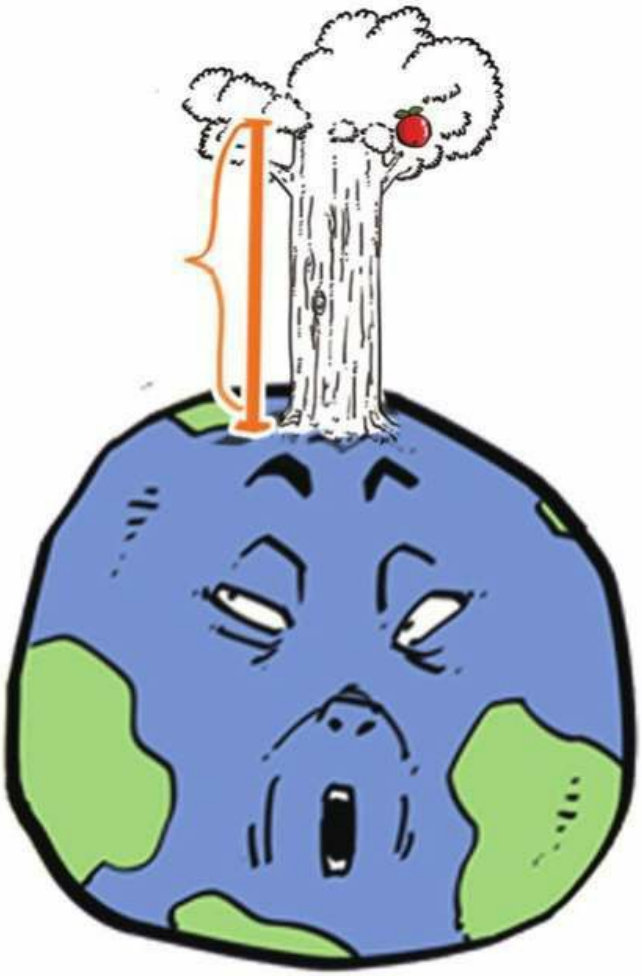
所以，摩擦可以做功。那做功和热又是啥关系呢？

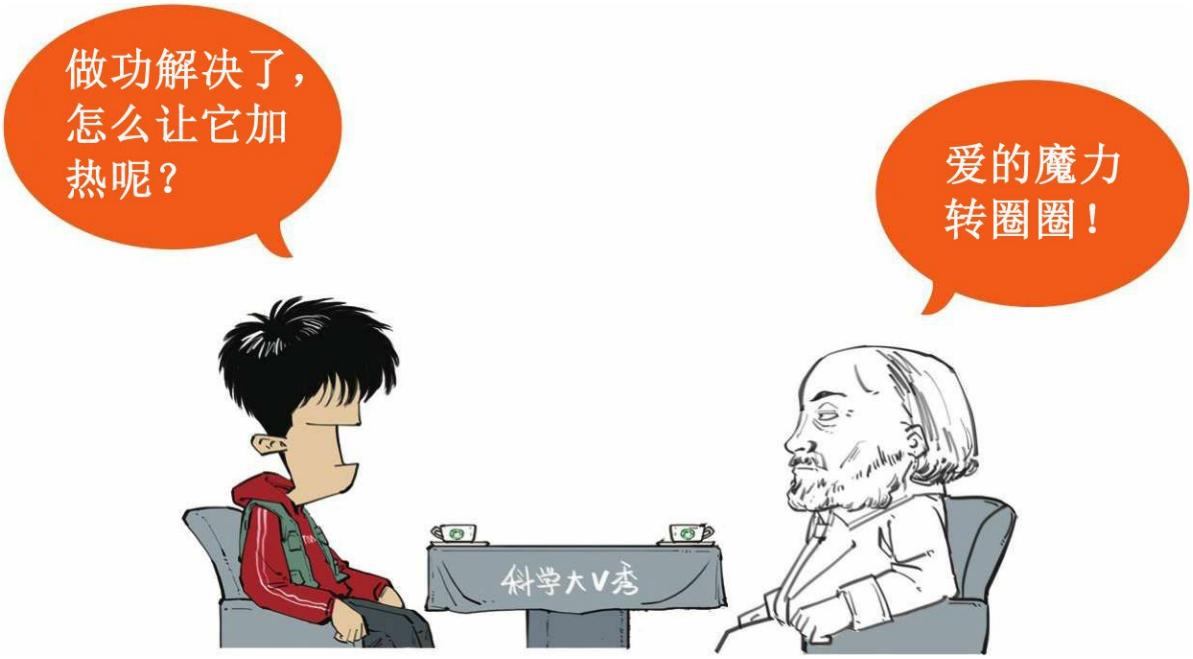
做实验时，为了方便测量做功的多少，焦耳请了一位免费的大神帮忙：

重力

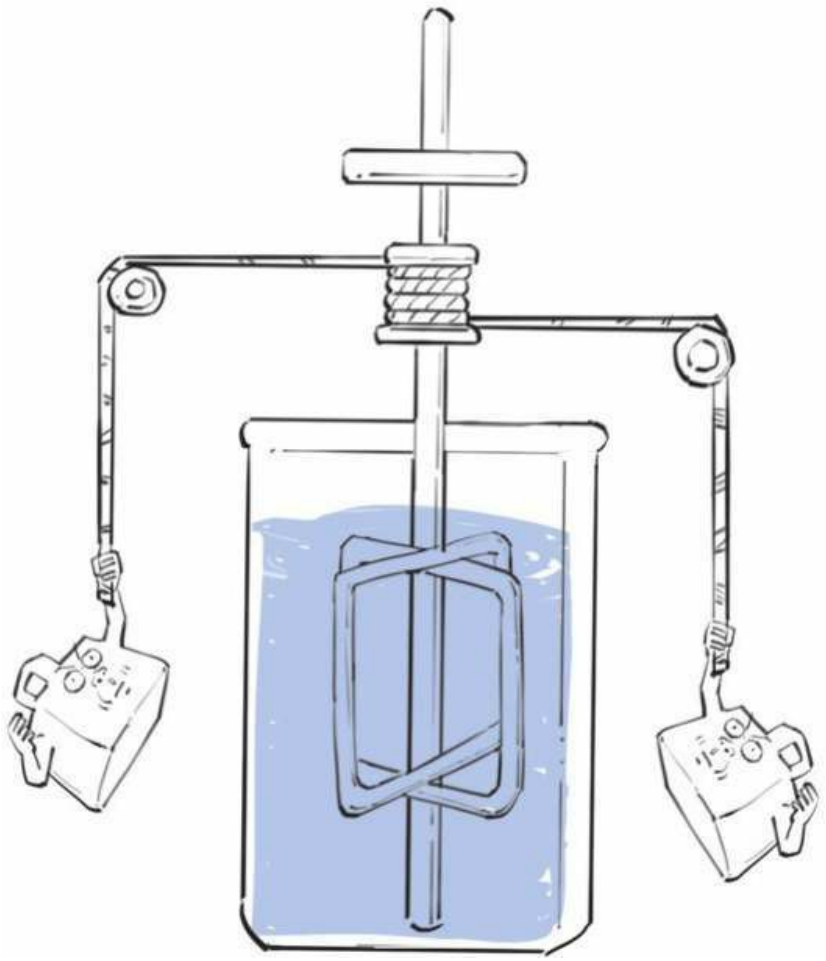
重力逮着谁都往下拉，苹果掉地上，就是因为重力。

知道物体多重和下落多高，就能算出重力做功多少，So easy。




做功解决了，怎么让它加热呢？
爱的魔力转圈圈！
科学大V秀

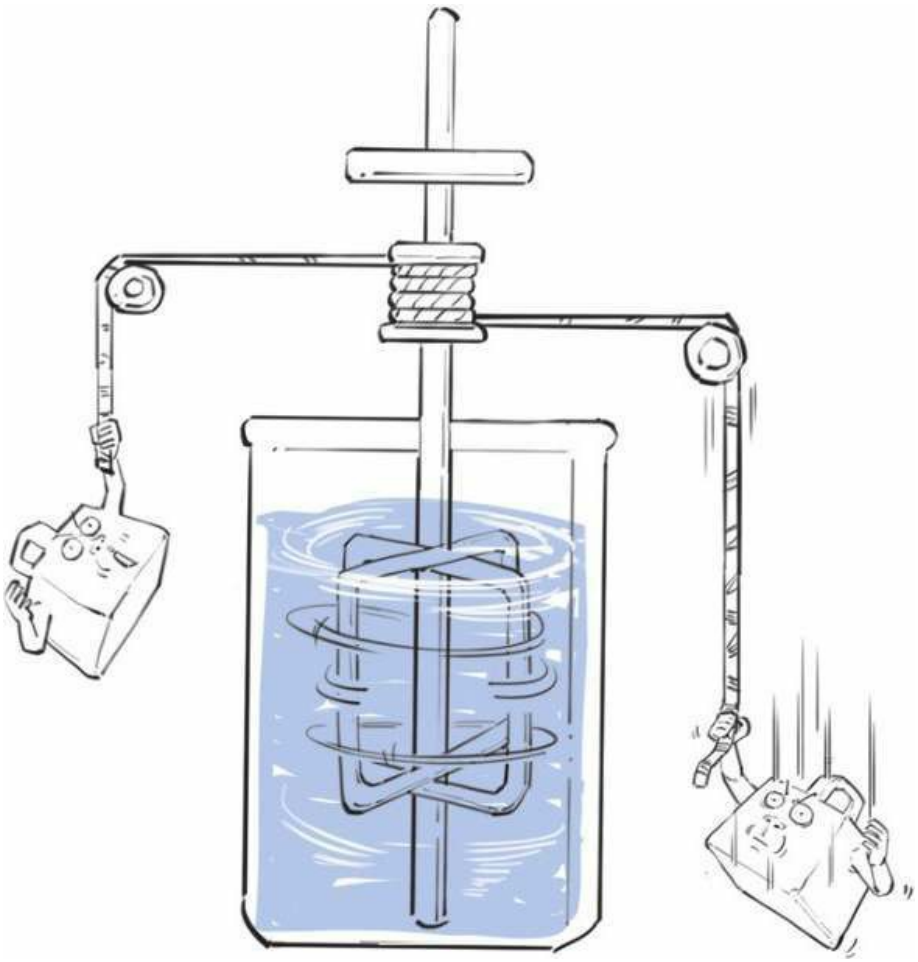
为了把做功和热扯在一起，焦耳研发了一套装置：



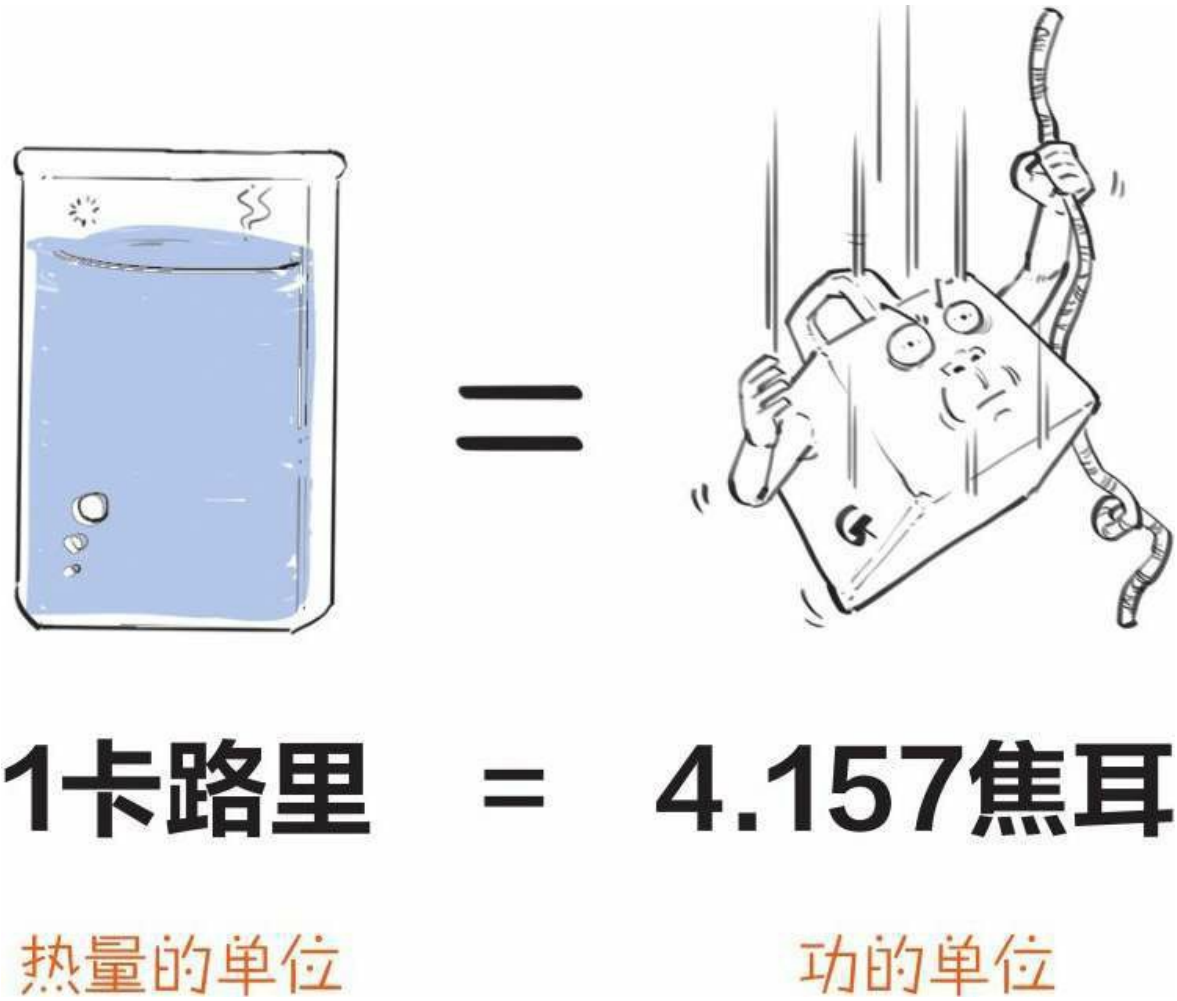
重物通过绳子，与隔热杯里的叶片连接。

然后，焦耳开始了他教科书级的实验。

在重力作用下，重物下落带动叶片转圈圈，搅动水，这一摩擦，就引起水温升高。



通过重物下落可以测做功多少，通过水温升高可以测热量。经过多次实验后，焦耳最终得出结论：



这就是著名的热功当量实验。

实际上当时的实验条件有限，具有一定的误差。

更精准的换算是：1卡=4.184焦。

实验证明，热不是物质，而是一种能量。热和做功其实是一回事，只不过造型不同。

时至今日，人们仍习惯用卡路里表示热量，但在国际单位制中，热量和功都用焦耳做单位，所以要想“国际范”一点，小姐姐们应该喊：

这个实验够经典够劲爆吧？但当时英国皇家学会根本不理他。

因为当时焦耳还只是个科研爱好者，人家觉得他太业余，拒绝刊登他的论文。

1847年，在英国科学促进年会上，焦耳瞅准机会做报告，但只能口头讲述。

正是这场脱口秀，让他圈粉不少，其中有个大佬连连点赞，就是前面说的开尔文。

随着物理学发展，焦耳实验也受到更多关注与认同，后来有个叫亥姆霍兹的科学家，对实验做了系统总结。

能量不会凭空产生，也不会凭空消失，它只会从一种形式转化为另一种形式。

或者从一个物体，转移到其他物体。

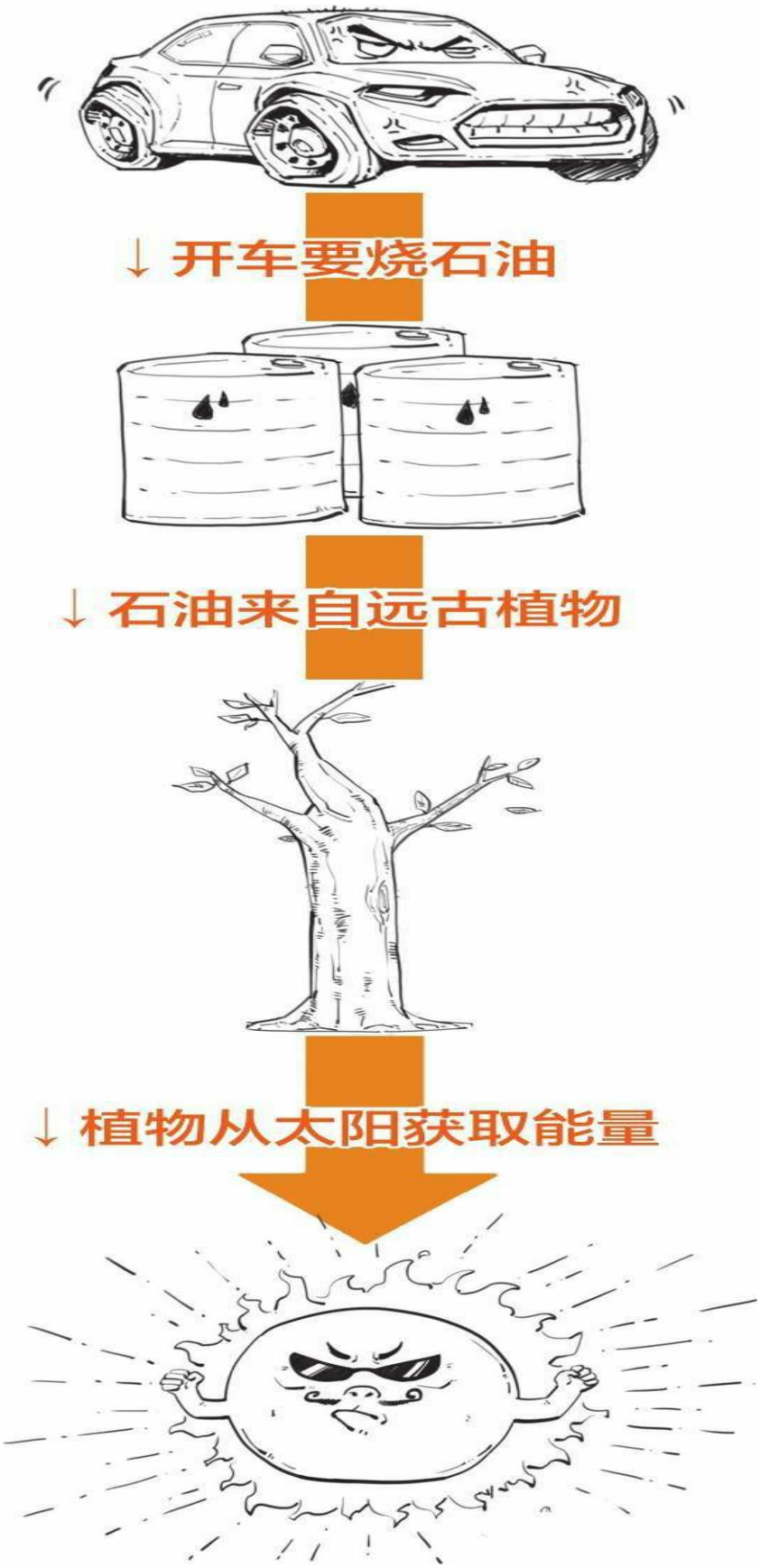
在转化过程中，能量总量保持不变。

这就是传说中的能量守恒定律，也叫热力学第一定律。

实际上，同时期其他科学家也提出类似的理论，例如德国的迈尔，他最早发表了相关论文，焦耳的实验为理论提供了完整的实验证据。

那这一定律和永动机有啥关系呢？

其实能量守恒说明了一个道理：水是有源的，树是有根的，万事万物都是有原因的，比如：


↓ 开车要烧石油
↓ 石油来自远古植物
↓ 植物从太阳获取能量

一切都是有源头的，在地球上，万物生长靠太阳，要想输出，就必须有输入。

所以说第一类永动机，从根本上就是不存在的。

但是，人的想象力可能不那么守恒。

虽然第一类永动机彻底玩儿完，但又有人天马行空畅想，提出了能够不违背能量守恒定律的第二类永动机。

第一类不行，第二类靠不靠谱呢？

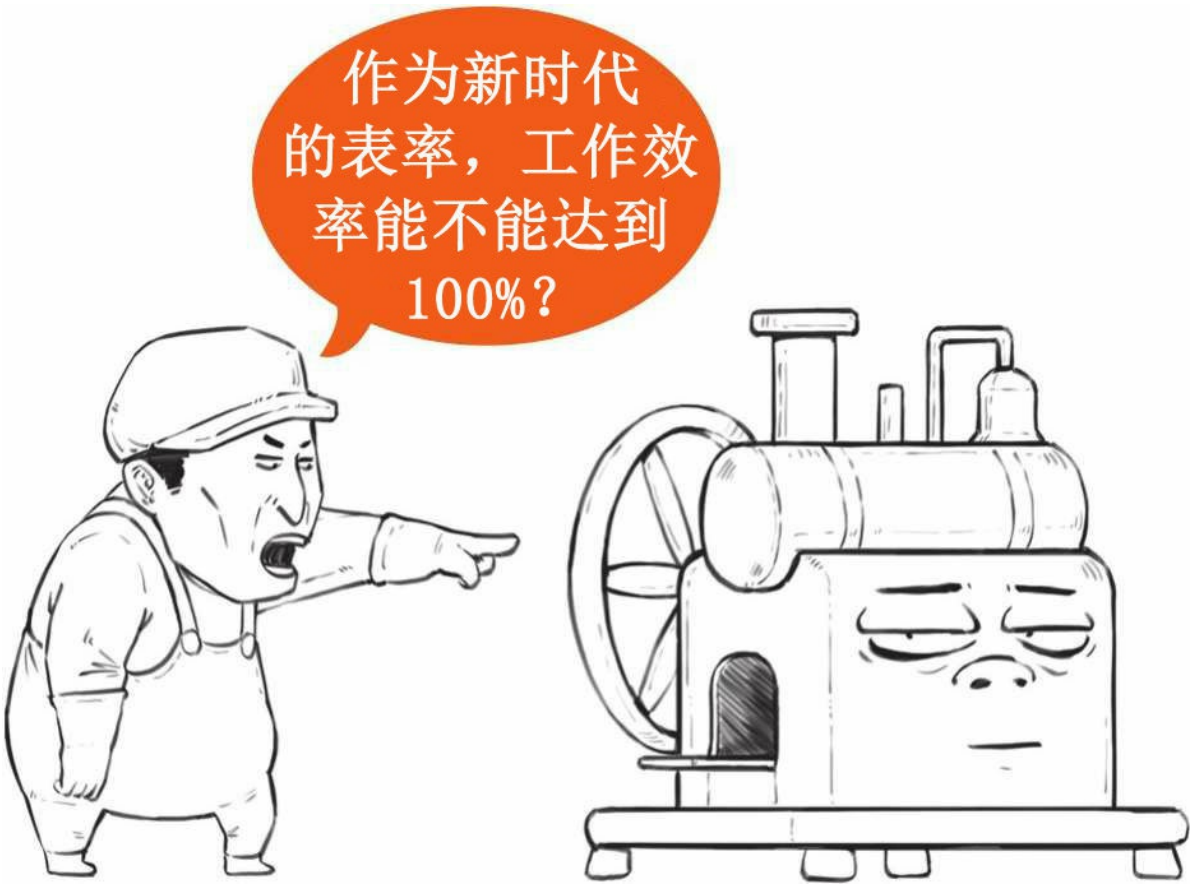
我们下章接着讲：《百分百热机哪里找》

七、百分百热机哪里找

老板总会对员工抱有这样的幻想：

如果不能——

当然，这样的异想天开不只老板会有，19世纪初，工程师们对蒸汽机也有这样的期待。



如果不能——

把吃的饭全用来干活，一点不能偷懒摸鱼，效率100%，这就是第二类永动机。

也怪不得他们思想跑偏，毕竟当时蒸汽机的效率只有3%到5%。

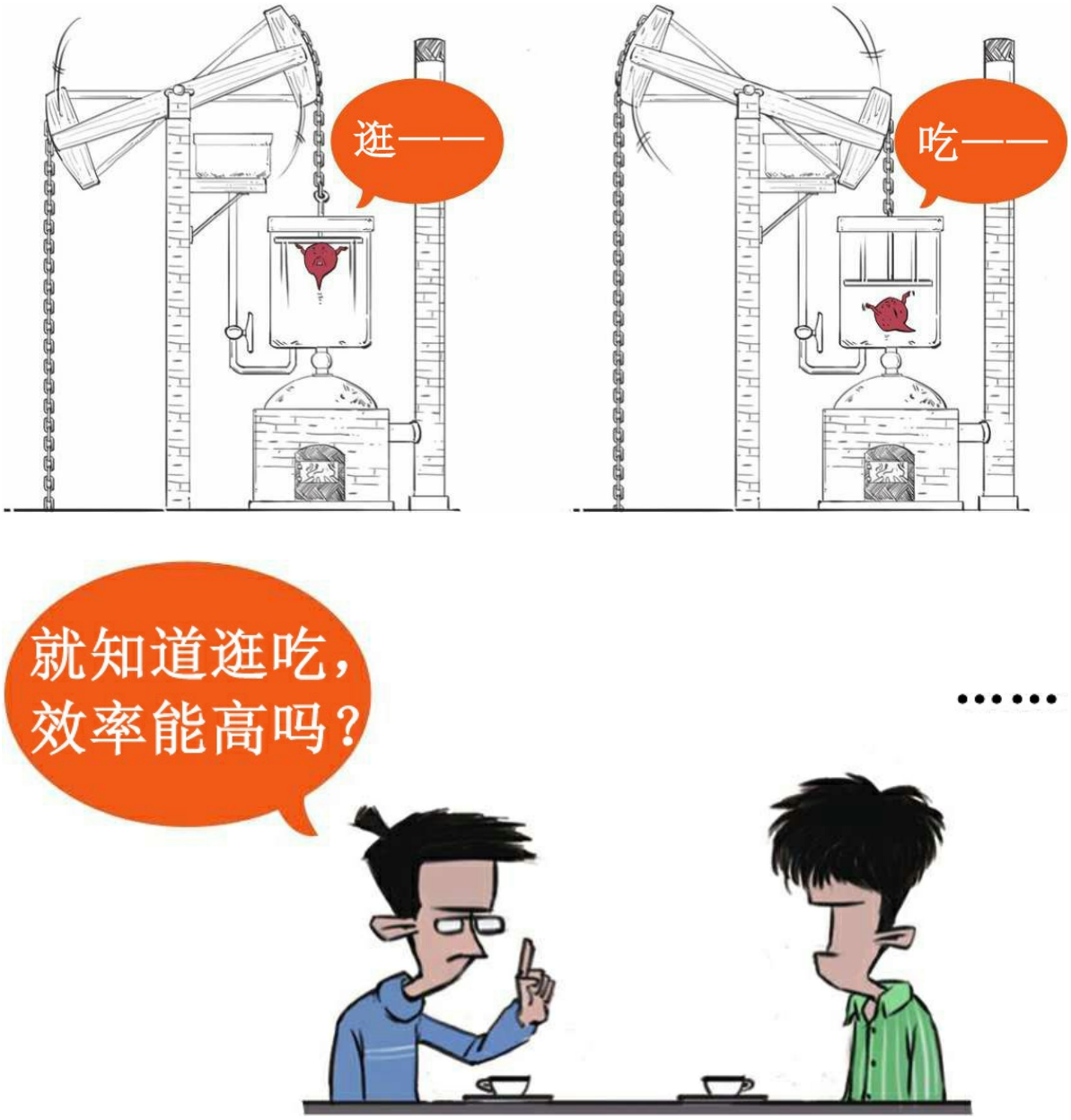
面对四舍五入等于白干的效率，当时的工程师们纷纷思索：

热机的效率能否达到**100%**？

想让热机干活效率高，又不能让它学时间管理，那就得从热机本身开始搞起。

Part 1　卡诺的热机

第一次工业革命时期，蒸汽机稳站中心位，工作起来相当有节奏感。



即便是当红辣子鸡，也不妨碍蒸汽机当摸鱼达人，可不就急坏了领导，愁坏了工程师？

为了提高效率，英国工程师们琢磨出一个方案：改善伙食，把蒸汽换成酒精啥的。

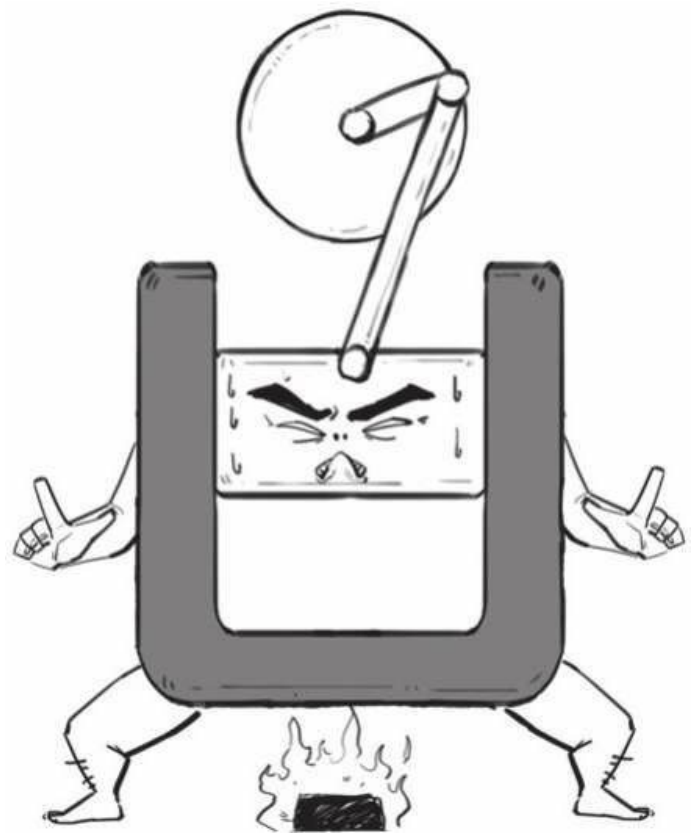
吨吨吨吨吨吨吨吨吨吨——

当时科学刚起步，工程师们搞改进完全靠拍脑袋想，没有理论支持，改出来的全没用。

他们没折腾出啥结果，这时，另一位不走寻常路的工程师出场了，他就是：卡诺。

要干就干票大的，独宠蒸汽机不行，卡诺想雨露均沾，整一套对所有热机都适用的理论。

等下，啥是热机呢？



热机

就是像蒸汽机一样，靠烧煤等产生的热量干活的机械。

改善伙食这个办法肤浅得很，要透过现象看本质。于是卡诺另辟蹊径，将热机拆开——

1824年，卡诺完成《关于火的动力》一书，提出了卡诺定理和卡诺热机的概念。

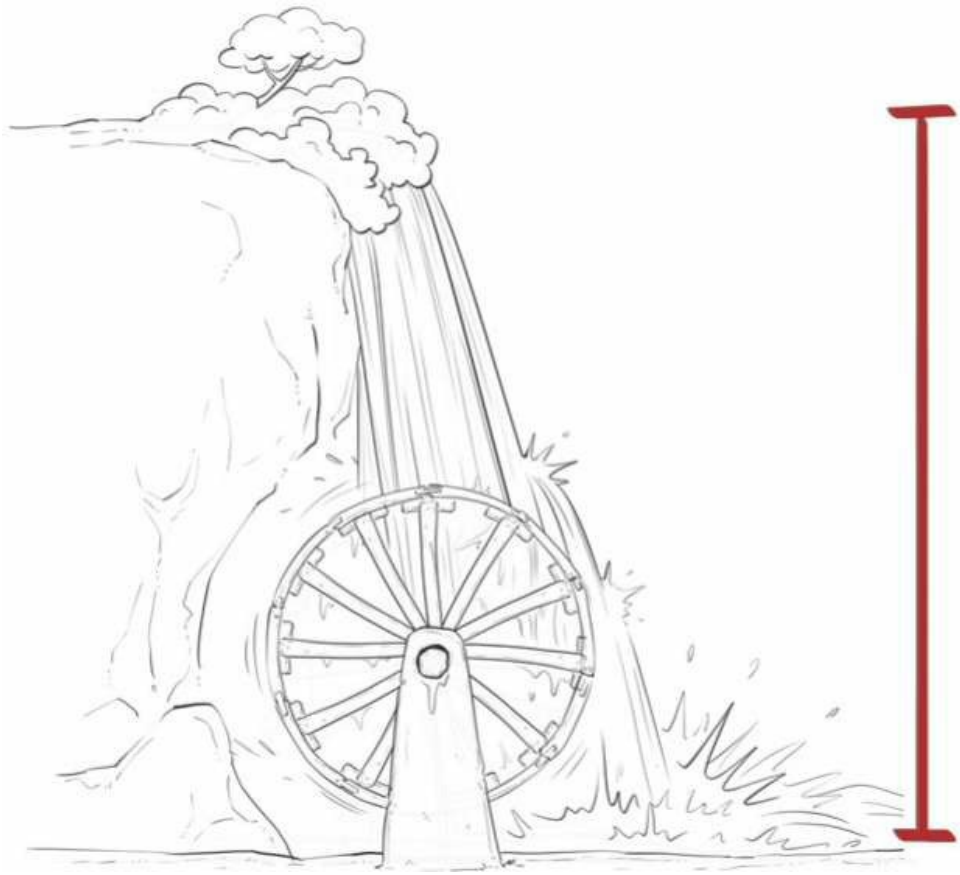
他研究出了啥结果呢？

Case 1　热

卡诺觉得热机这玩意儿，靠热量工作，工作效率和给它吃啥喝啥没关系。

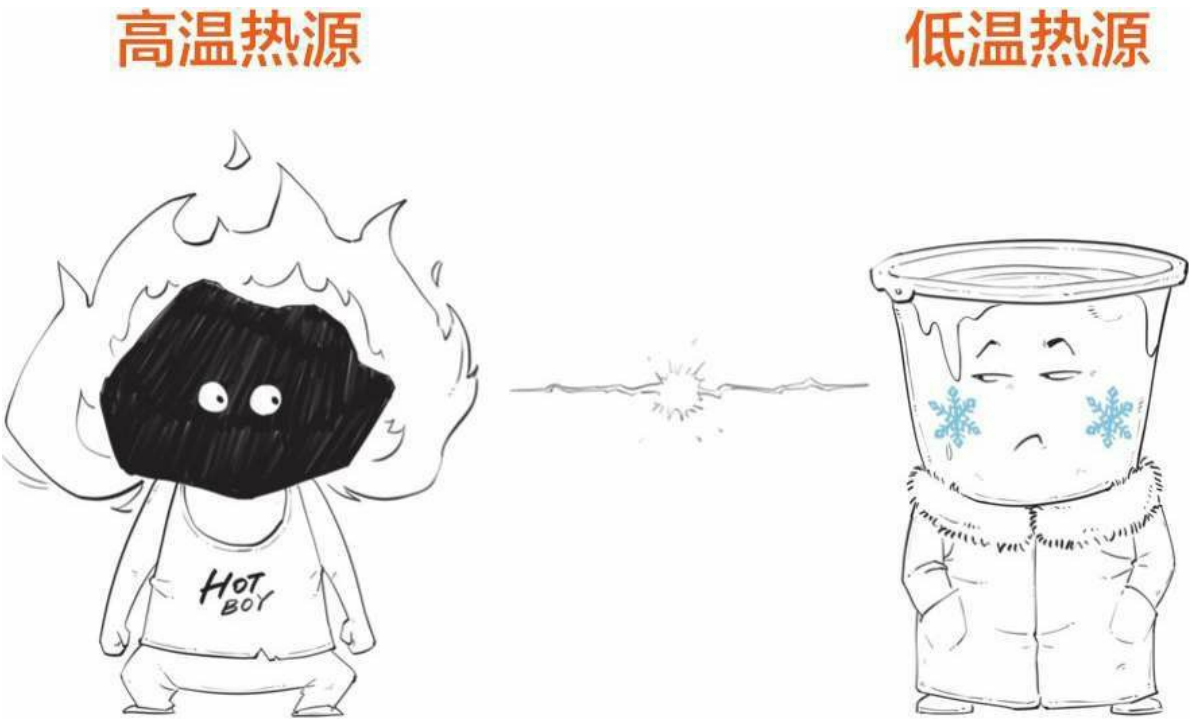
所以研究的重点应该是热。可热是啥造型呢？

当时大家普遍接受热质说，认为热就像火锅汤，是一种能流动的物质。受大环境影响，卡诺也这么想，他觉得，热动力和瀑布一个道理：



瀑布动力强不强，要看上游和下游的高度差。

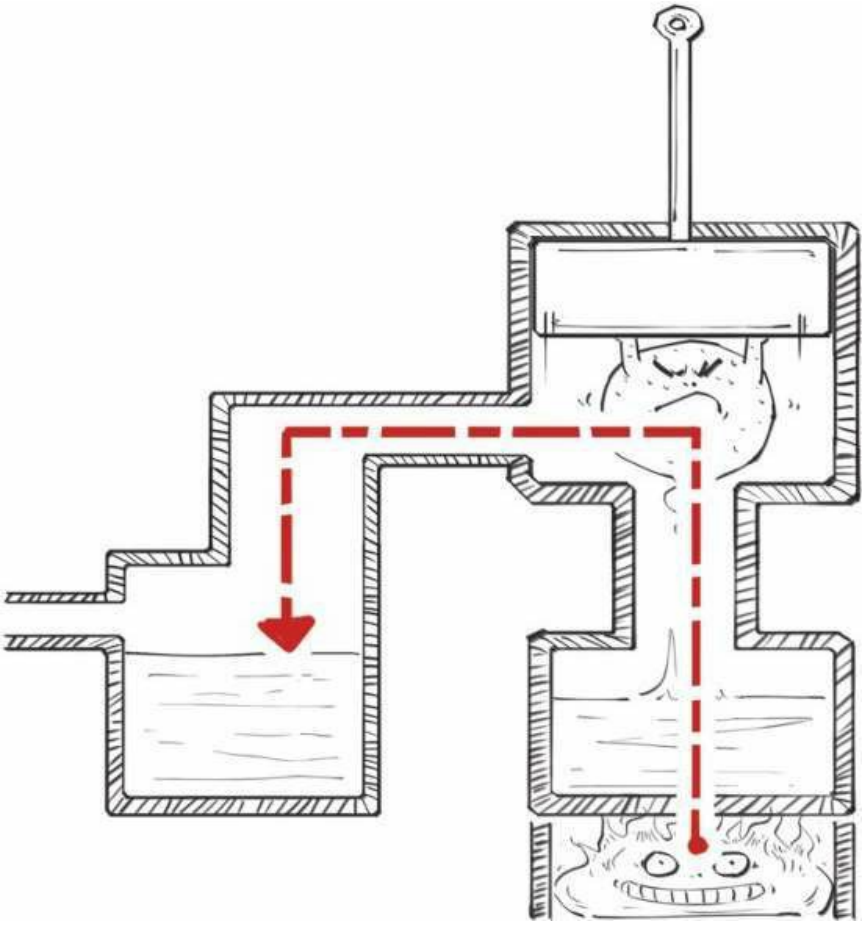
水往低处流，热往凉处走，热是从高温流向低温的，这高低温两兄弟的正经叫法是：



卡诺把热质比作水，高温热源站在上游，向下游的低温热源抛出一波热质，热质在自由奔跑的过程中，顺便推动了机器转动。

这波热质的动力强不强，要看高温和低温热源的温度差。

蒸汽机工作时，热量从煤里跑到冷凝器里，顺便推动了活塞，在卡诺看来，就是这个原理。



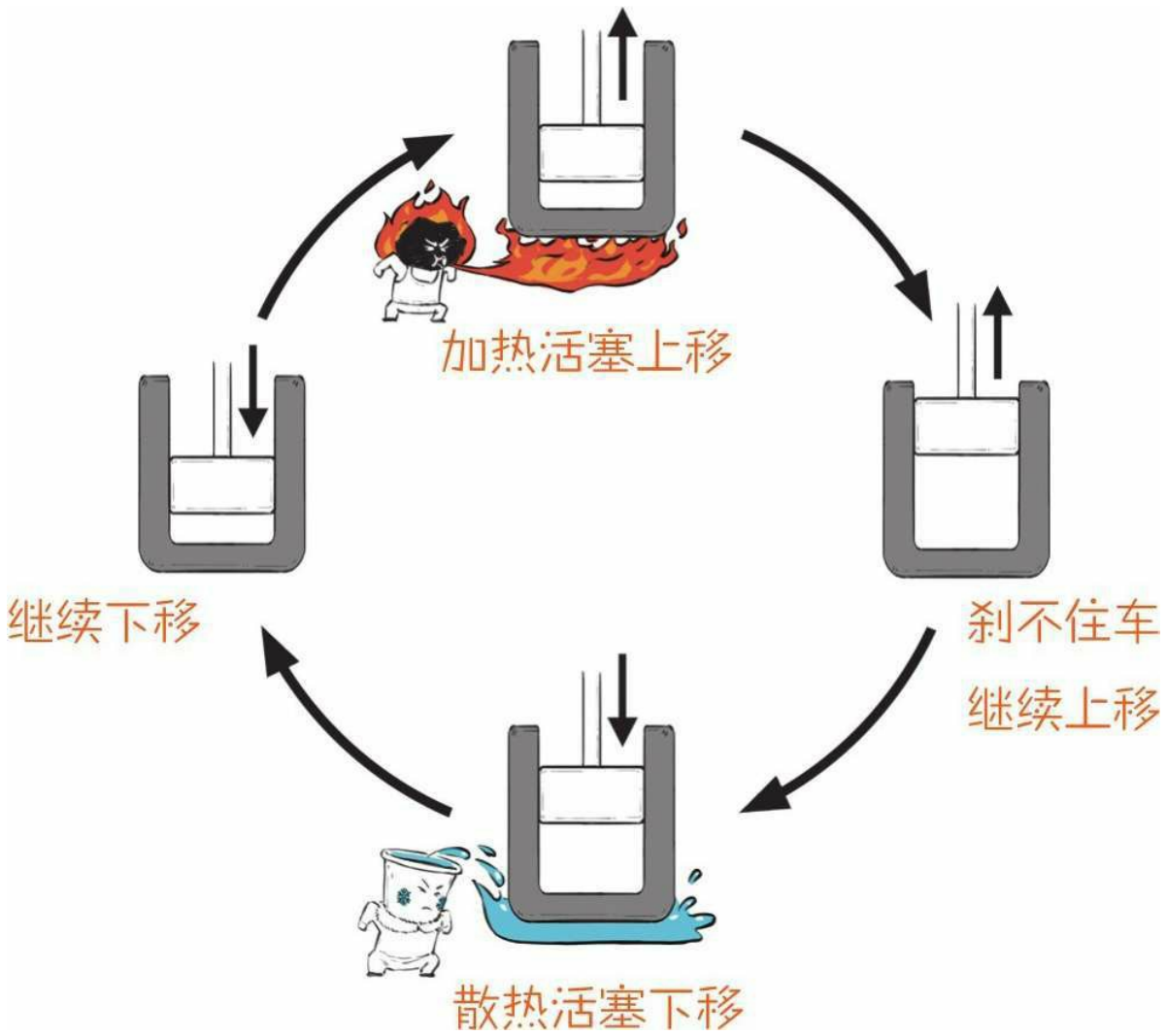
原理就是这么回事，脑子会了，但是实际操作起来，热机有自己的想法。

Case 2　机

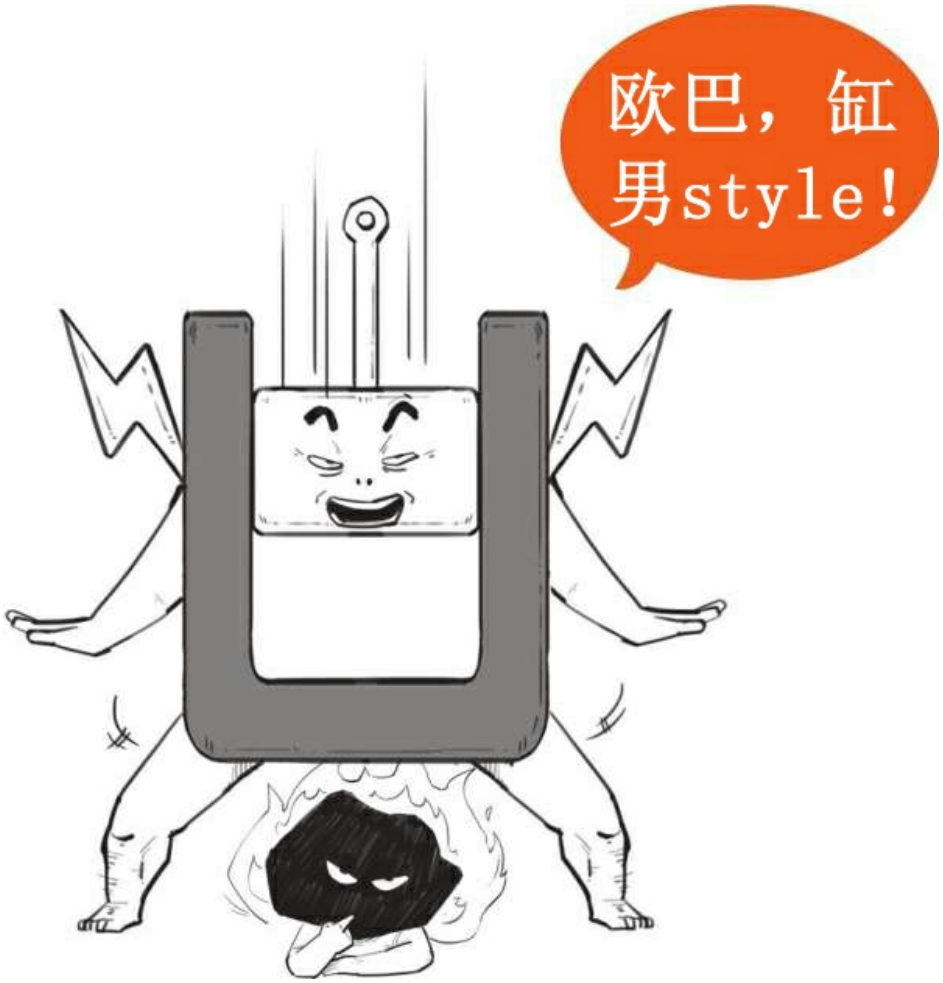
每一台热机都有自己的脾气，不但零件多，工作时的温度和摩擦力还都不一样，不好研究。

现实中拿它没辙，卡诺觉得可以在脑海里PK，毕竟——

于是卡诺开启头脑风暴，去掉热机里乱七八糟的干扰因素，提炼提炼，从热机中得到一个简单的循环：卡诺循环。



依据这套循环，卡诺想出了一种理想热机，以理想气体为工作物质，几乎只需要汽缸、活塞加个热源，就能动起来。它就是：卡诺热机。



卡诺的理论，明显有爆款的潜质，去繁从简，只留重点，，总之浓缩的才是精华。

可惜的是，在理论还没成为爆款前，卡诺就感染霍乱去世了，因为这病有传染性，他的大部分文稿也被销毁了。

老话说得好，在家靠父母，出门靠朋友，好在卡诺还有个师弟，继承了他的思想，让卡诺热机这根独

苗没有断掉。

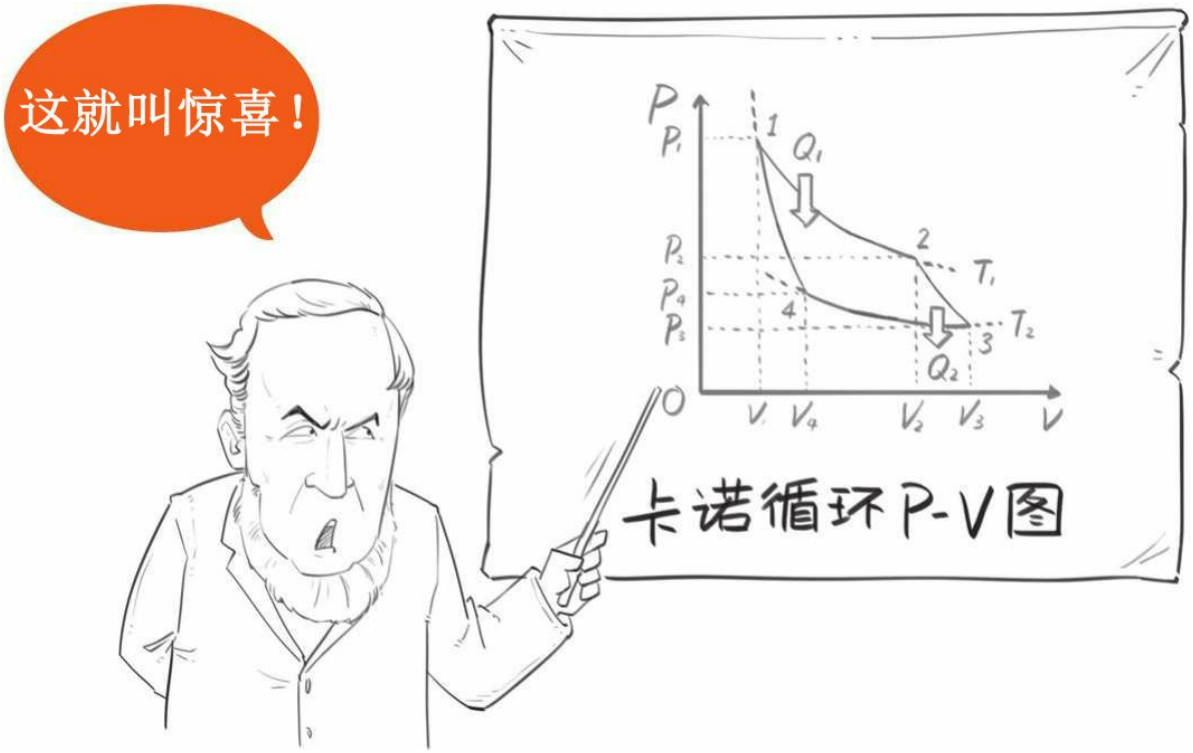
Part 2　卡诺的师弟

卡诺的绝版滞销书《关于火的动力》，在卡诺去世两年后，才获得第一位认真的读者。

克拉珀龙卡诺翻译机。

他就是卡诺的师弟。

后来，克拉珀龙发表了论文《关于热的动力》，用数学语言翻译了卡诺的理论。



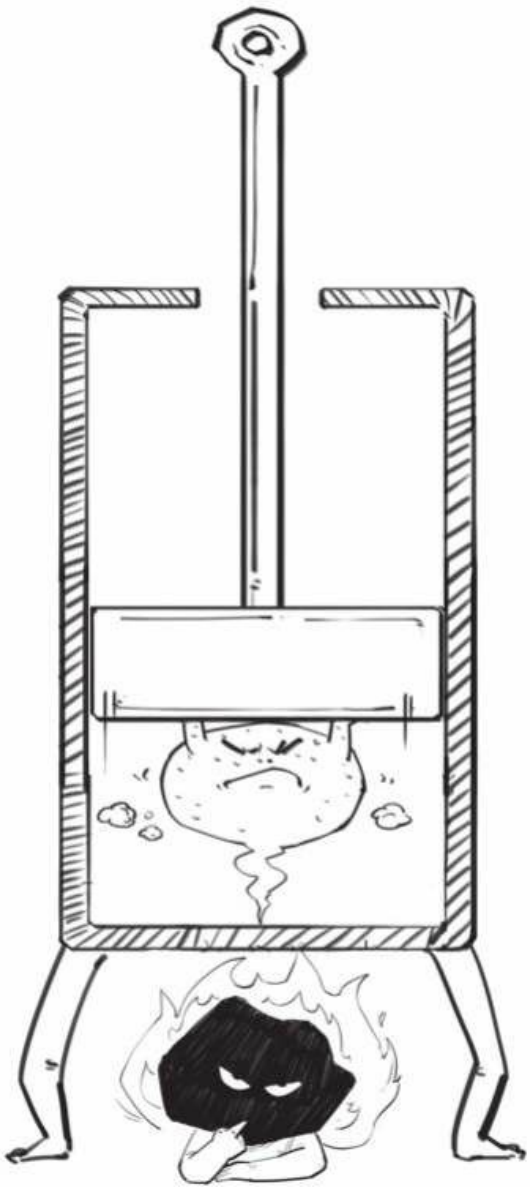
看完这张图后，再看着我的眼睛告诉我，你能看懂吗？就知道你看不懂!那就让哥来去繁从简、只留重点地给你讲讲。

其实这张图说的是热机工作过程，热机工作靠气体，我们叫它阿气。阿气有个特点：

遇热就膨胀，元气满满；

遇冷就收缩，瞬间打蔫。

正是靠着这点天赋，它被请到汽缸里工作，具体的工作分为四步：



Step1　工作奋斗期

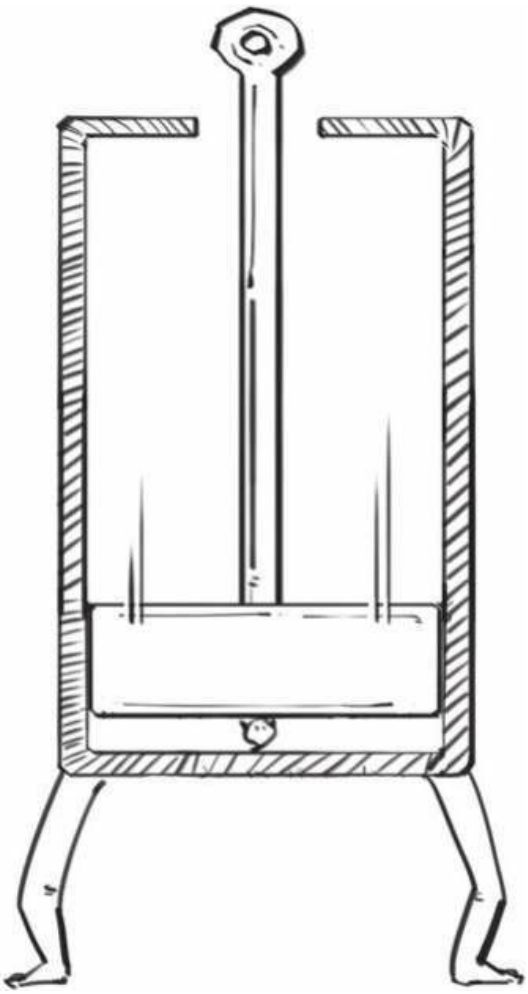
小火一点，汽缸吸热，里面的阿气膨胀，保持跟小火一样热，干劲十足，上顶活塞，这个过程叫等温膨胀。

Step2　热情消耗期

小火下班，但阿气刹不住车，继续膨胀，胀得累了，消耗热情，温度也降低，这叫绝热膨胀。

Step3　压力山大期

这时活塞反弹，阿气没加热，顶不住，只能被压缩。虽然它一压就变热，可这热量被低温热源吸走，相当于没变热，这叫等温压缩。

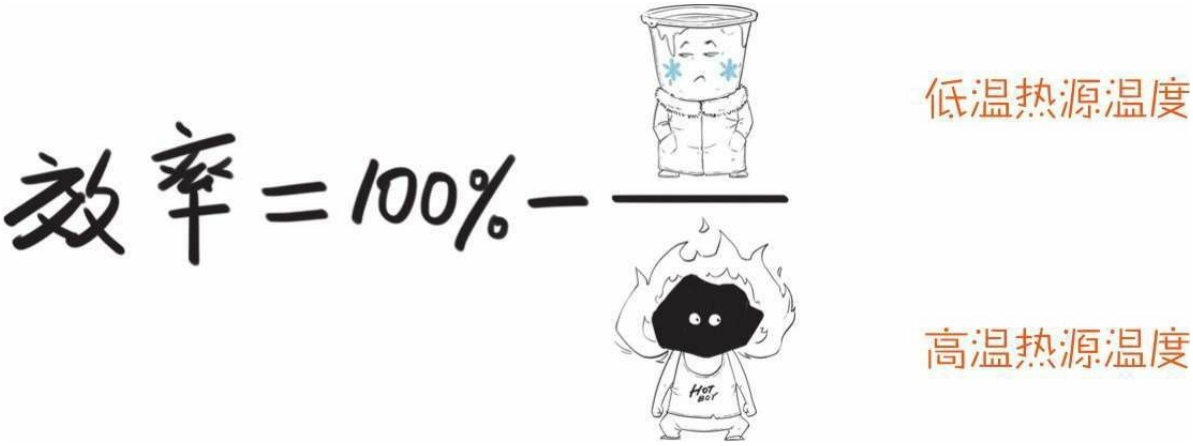


Step4　回炉重造期

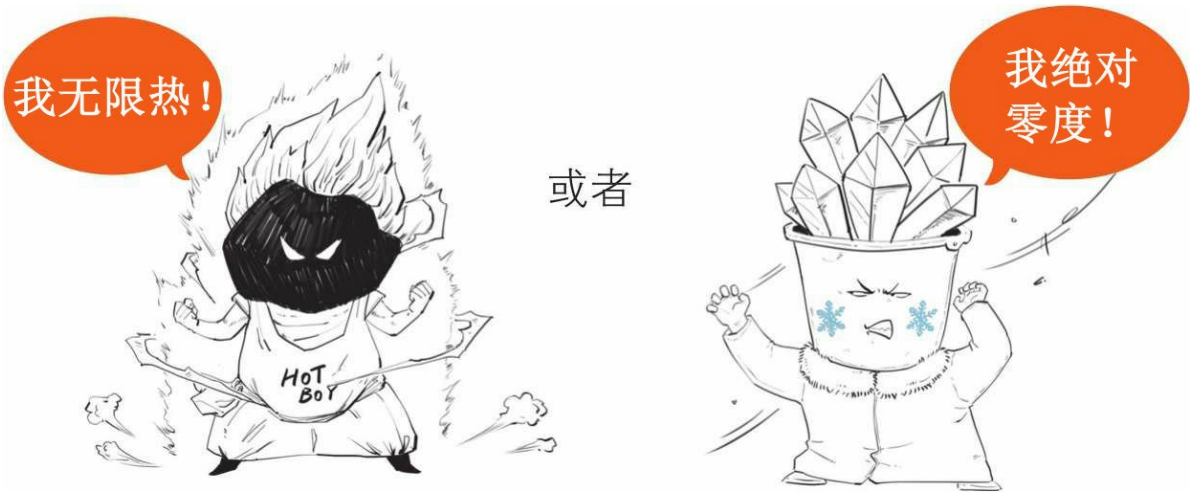
系统绝热，阿气被压缩，边压边变热，热到最初的热度，这叫绝热压缩。

等精神小火一来加热，这四步又可以循环动起来。

当然，这几步不是为了直播阿气的社畜生活，而是结合热力学理论一顿推导，得出了卡诺循环的效率：



通过公式我们知道，要想使效率接近100%，办法就是：

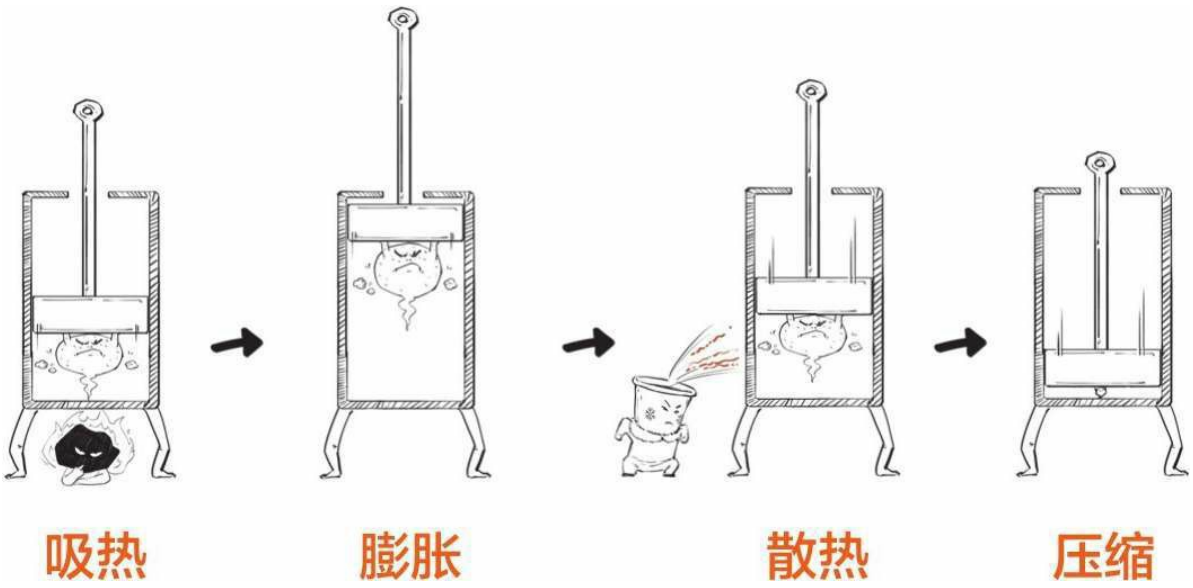


然而事实却是：

虽然效率从5%翻身成100%是不可能了，但有了卡诺定理，就有了提高热机效率的路子。

这就像一个能考5分的学生，你给了他解题公式，就算考不了100分——

看了卡诺循环的过程，有些眼尖的同学发现了漏洞：



欸？散热过程有热量损失啊，这不是浪费吗!

如果去掉这一步，效率可不就达到了100%？把热量100%利用，这可不违反能量守恒定律吧。

人们由此追求第二类永动机，但直到一位大神出现，大家才发现又多想了。

Part 3　克劳修斯的热力学定律

这位喜欢研究热的大神，叫克劳修斯，他是把卡诺理论拿来扒了扒，最后来了个经典总结——

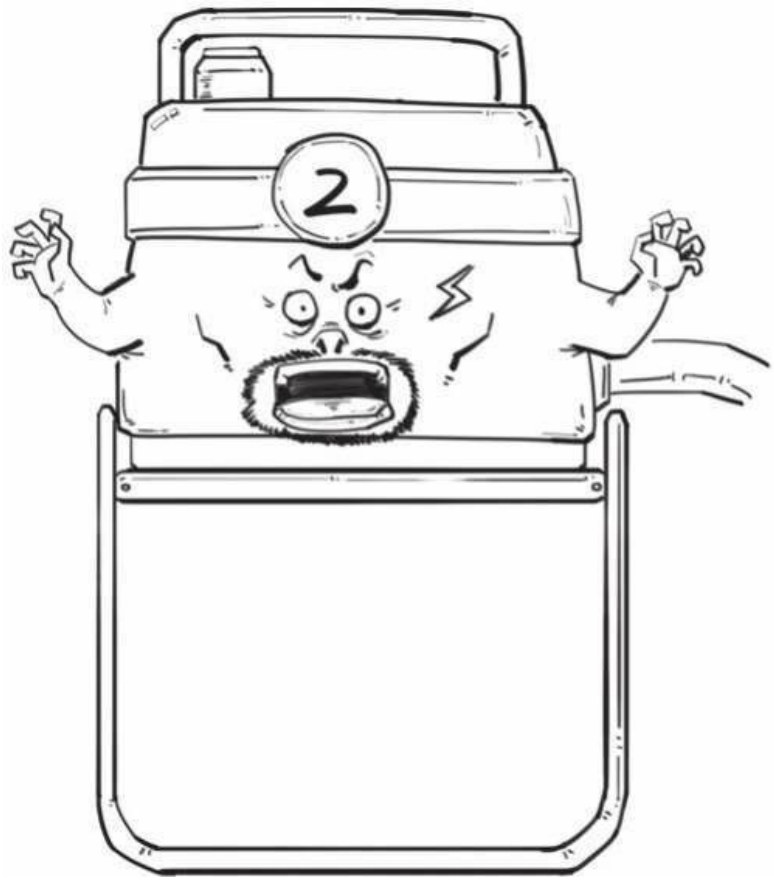
热量不能从低温物体传向高温物体，而不引起其他变化。

这就是热力学第二定律。

克劳修斯的这个定律不能在宏观世界内用理论证明，只能通过实验寻找反例，但到现在，我们都还没在现实世界找到反例。

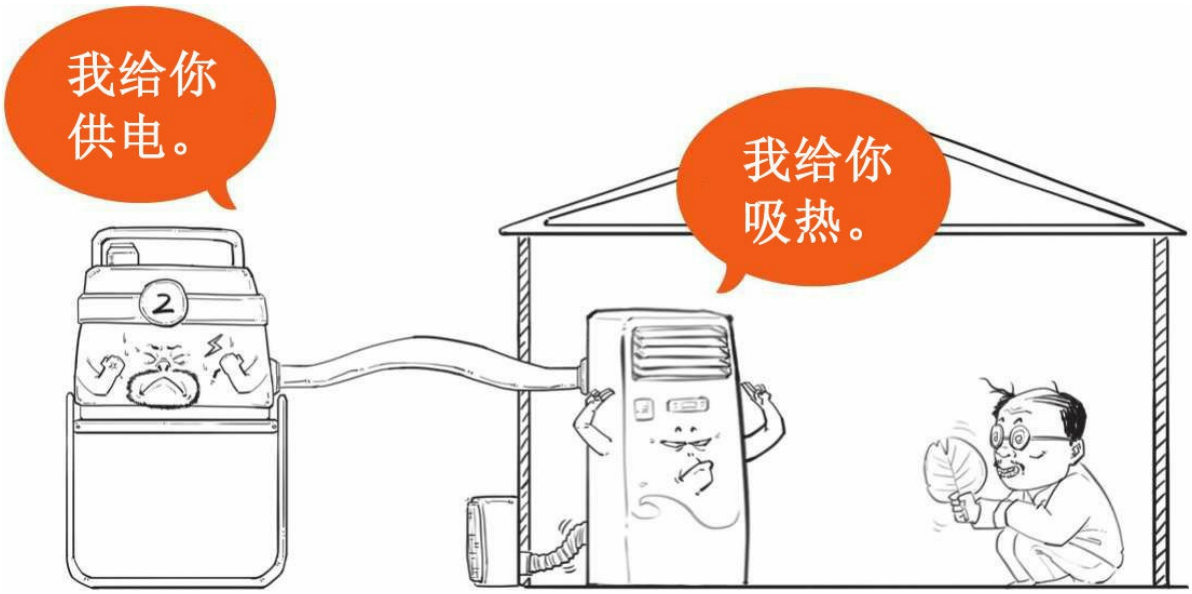
接着开尔文也提出了类似的观点，开尔文认为，热不能100%转变为功。他和克劳修斯是热力学的两位主要奠基人。其实，克劳修斯表述与开尔文表述是等价的，统称为“热力学第二定律”。

这个定律是咋推翻第二类永动机的呢？



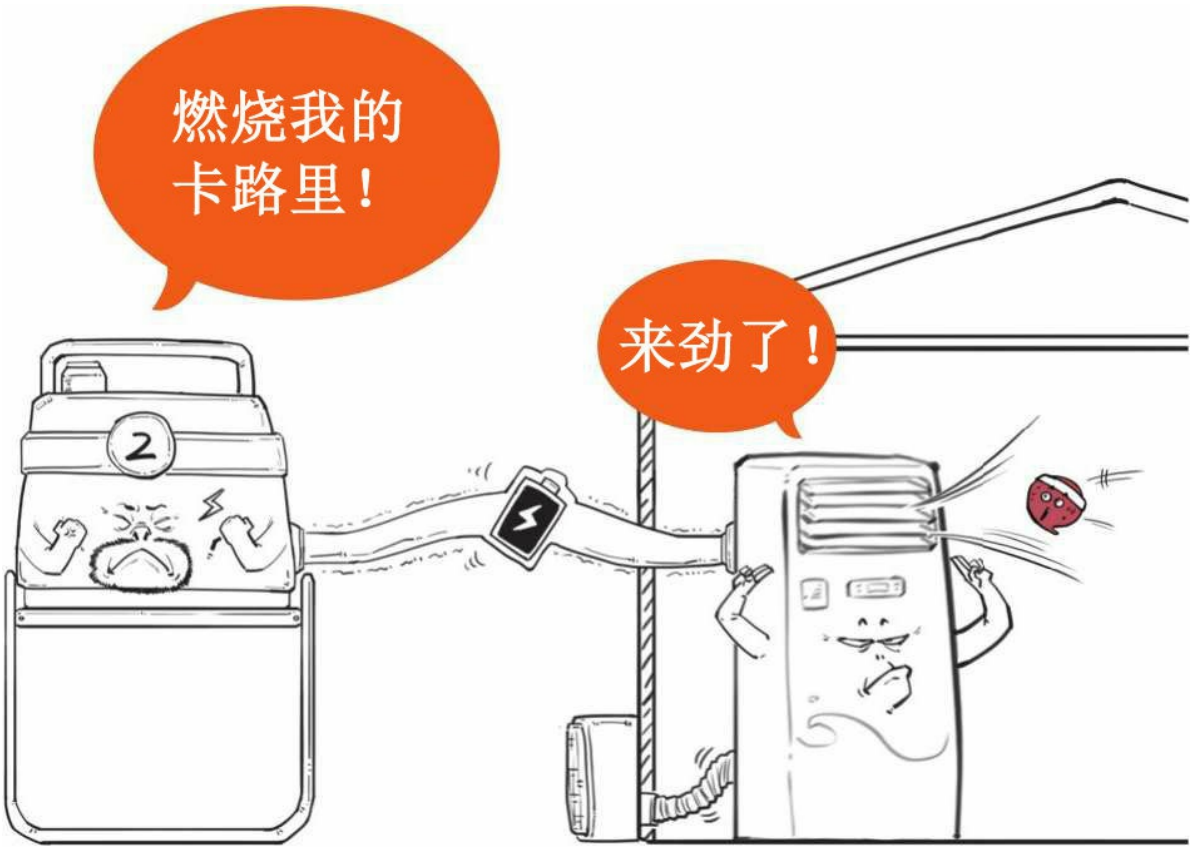
咱先假设有台神奇的发电机，能把从空气中吸的热量全变成电，不散热，转化效率100%，相当于第二类永动机。

当它和一台空调合作时：



发电机首先抓住一份热量，然后把它全变成电传给空调，空调有了电，直接开工，吸收屋里的热量。

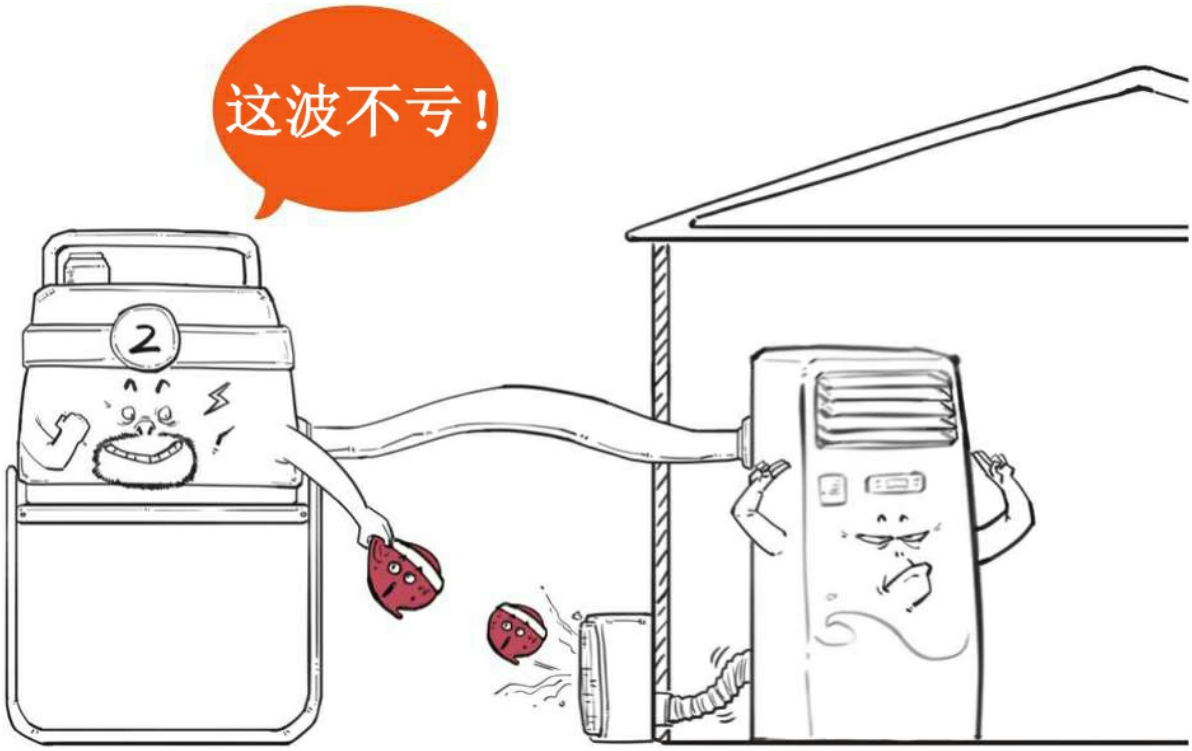
快到我
嘴里来！
2



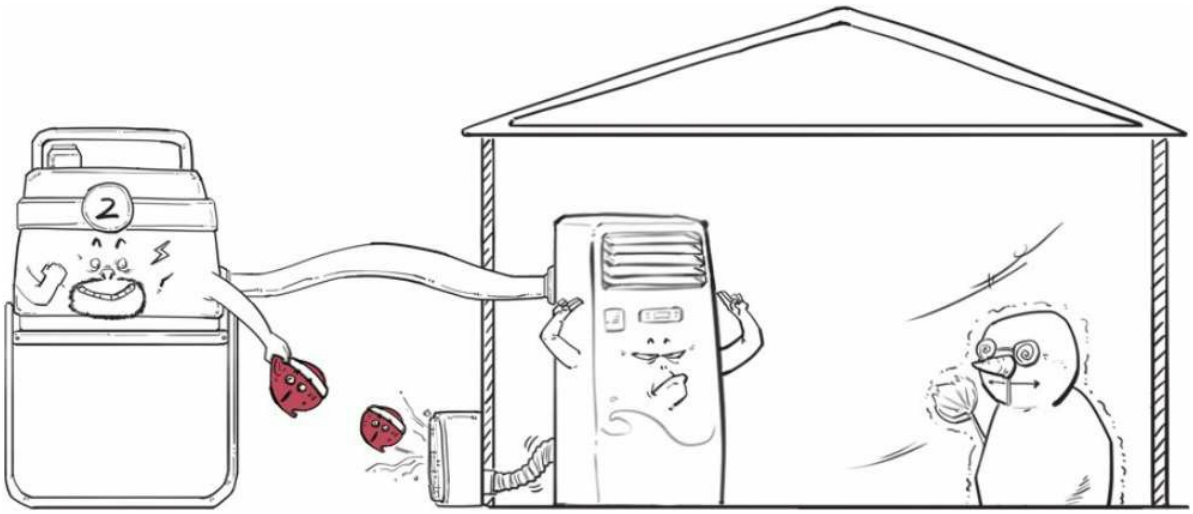
根据能量守恒定律，有多少能量进入空调，就有多少能量出来。

进入空调的能量是电和吸的热，而电耗完了又变成没啥用的热量，所以会和刚吸的热量一起被排出去。

排出的热量又被发电机回收发电，回收完发现，哎呀，还多出一份热呢!

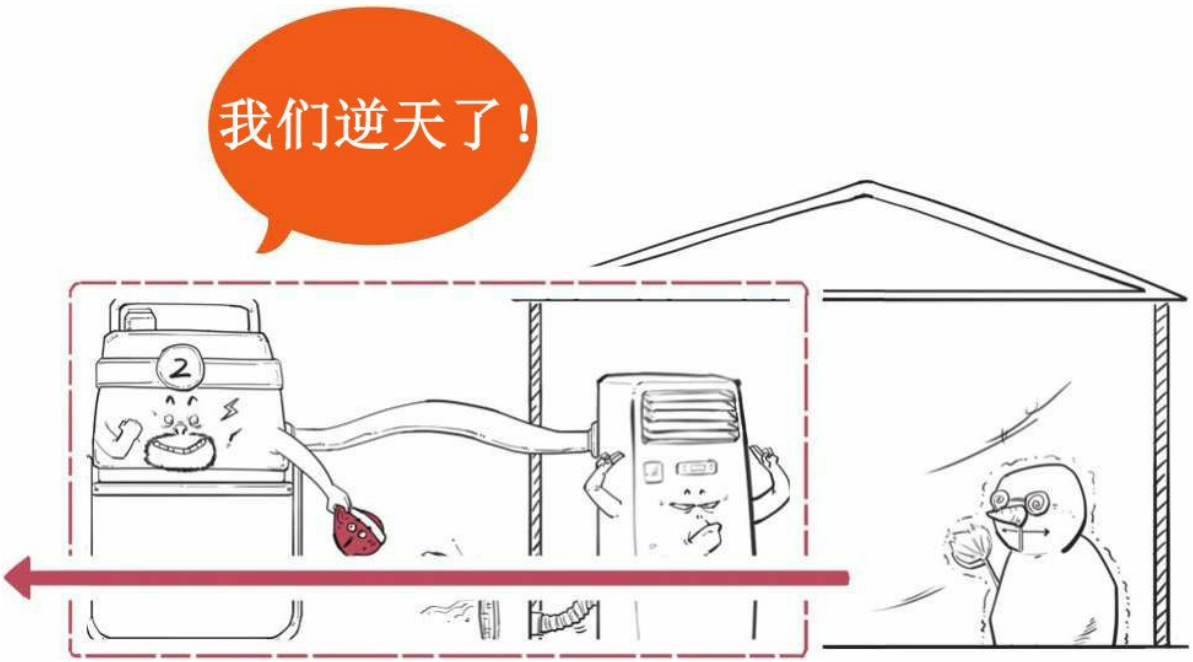


这样循环下去，外面只会越来越热，屋里只会越来越冷。



看到这儿你可能会问：

要注意，这里的发电机和空调是一个整体，它们不仅能把热量从低温向高温传递，还不会有任何损失。



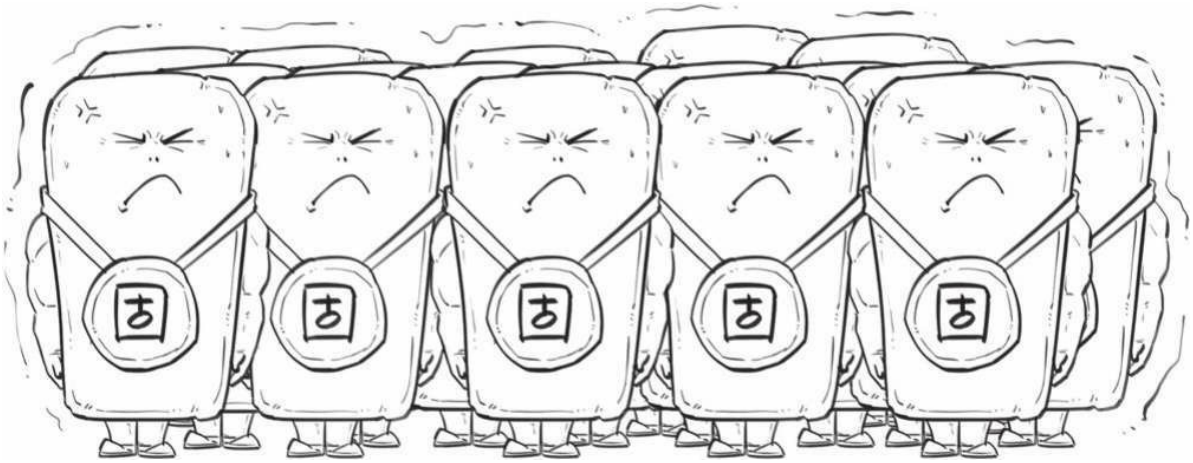
这么神奇，明显违反了克劳修斯说的热力学第二定律，所以不可能存在100%效率的机器。

这就从理论上证明了第二类永动机不可能实现。后来大家又从微观世界证明了这点。

咱们更换片场，到微观世界去看看。

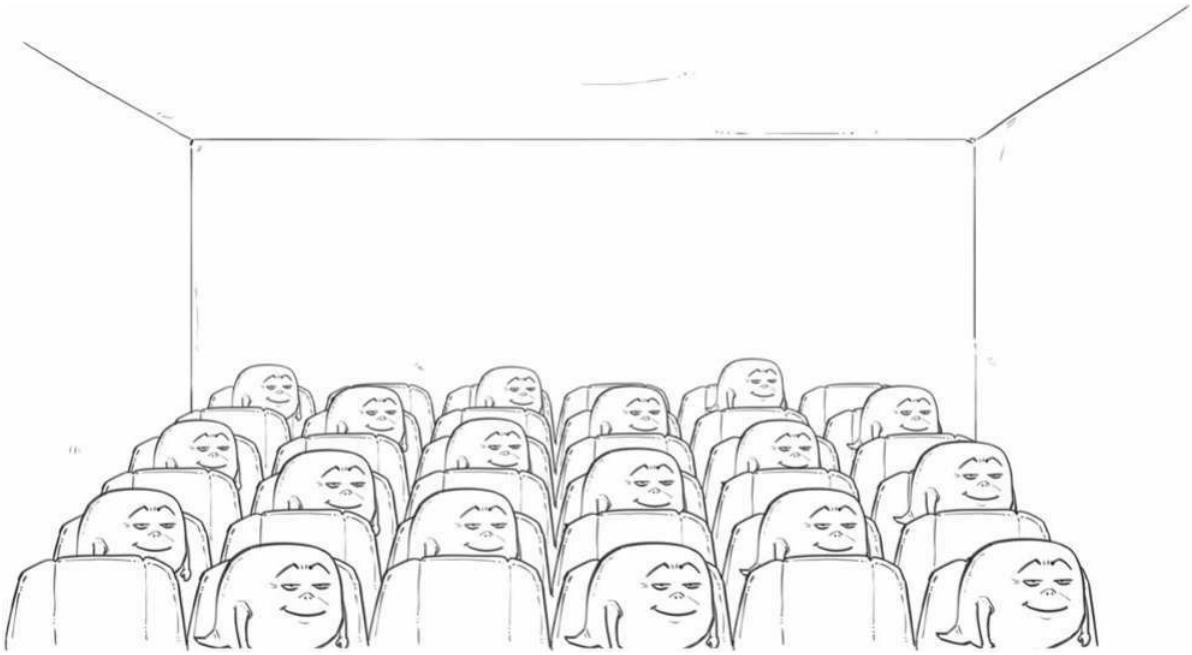
固体分子和气体分子的排列方式不同。

固体分子的排列就像仪仗队乘地铁，整齐而又拥挤。

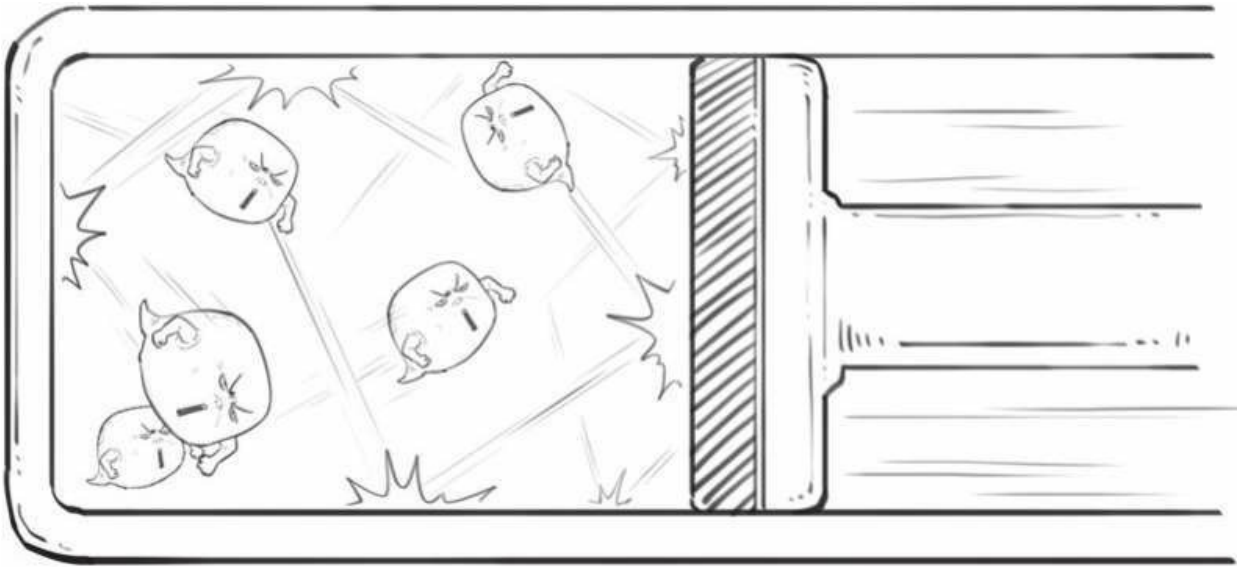


推动固体时，固体分子的动作整齐划一，比如拍板砖，用多少力拍，就有多少力打出去。

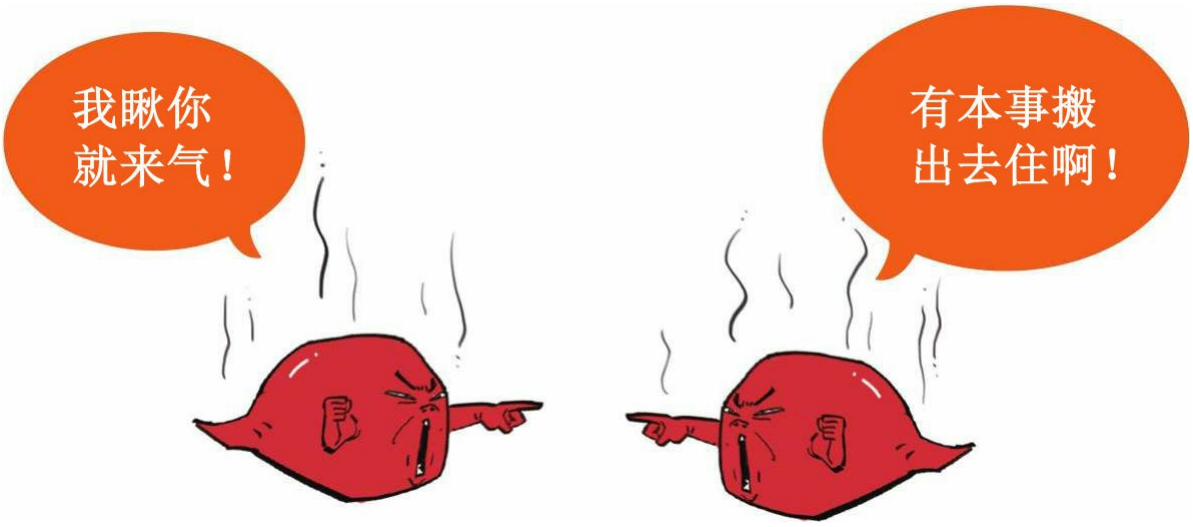
而气体分子的排列，就像疫情期间的电影院，一个座位坐人，一个座位放包，保持着安全的社交距离。



等温压缩时这么一推，海景房变蜗居，这谁受得了？于是它们之间会撞来撞去。



这一撞一摩擦，它们气得冒烟，必须散热才能消停，这就产生了能量损耗。



看见了吗？此过程中能量损耗无法避免，所以热机散热的这个步骤也是无法省略的。

其实我们上面讲的，是从熵的角度来解释，熵的概念也是克劳修斯提出的，这部分信息量较大，咱日后再讲。

总之，经过人类的探索，发现要想让热机工作效率达到100%，无论在实践中还是理论上，都不可能。

好了，热力学的发展就先讲这么多。

我们前面也讲过，除了热力学和化学，这个时期和物理一样走上科学化“康庄大道”的，还有生物。至于生物是怎样上道的——

我们下章细细说。

八、十八世纪的博物学家，怎么一个比一个奇葩

如果想成为博物学界的顶级大咖，除了具备性感的大脑，你还得会炒话题。

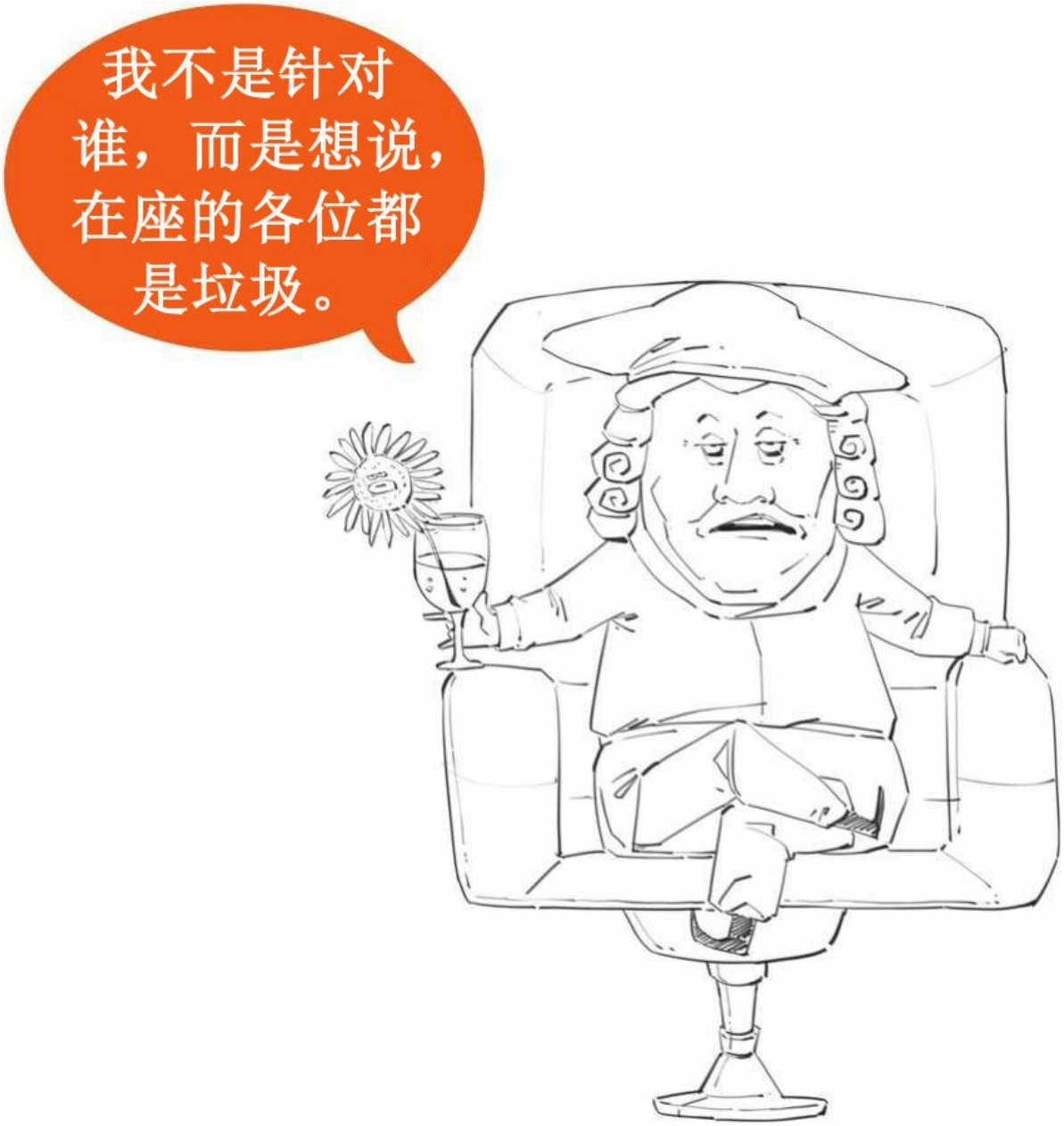
别看这些话听起来奇葩，但在18世纪的西方博物圈，这很正常。

博物学是动物、植物、矿物、生理等学科的总称，简单来说，就是和大自然打交道的学科。

为啥博物学家思维方式都这么奇特？今天咱们就来研究研究——

18世纪的博物学家，

咋一个比一个奇葩？



Part 1　草根逆袭——林奈

很早之前，由于欧洲人活动范围有限，认识的物种也不多，所以给生物做的分类很简单。

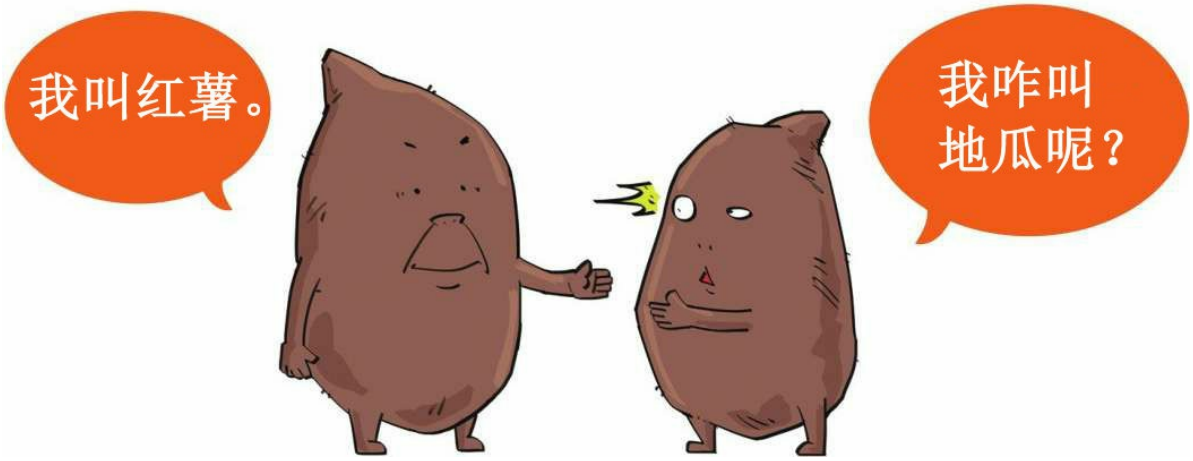
命名的方式就更加粗暴。

可随着大航海时代的到来，欧洲人游历世界各地，突然发现世上不只有汤姆和杰瑞。

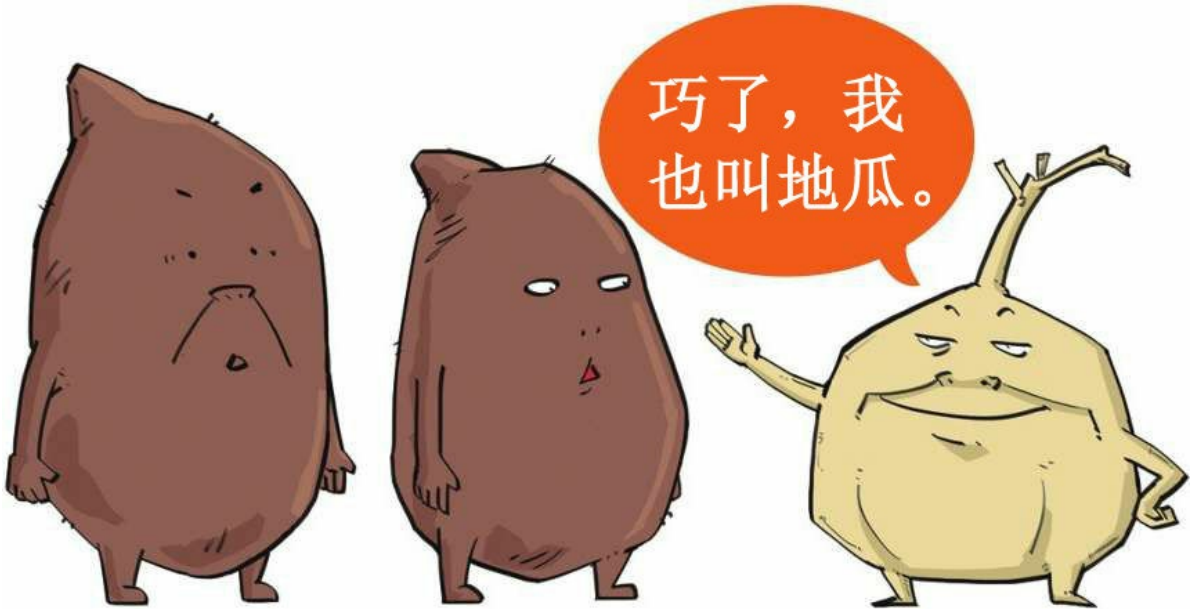
16世纪，人类发现了6000个新物种，随后的一百年间，又增加了12,000个。于是博物学家们个个都像快当爸爸了一样，天天头疼起名的问题。

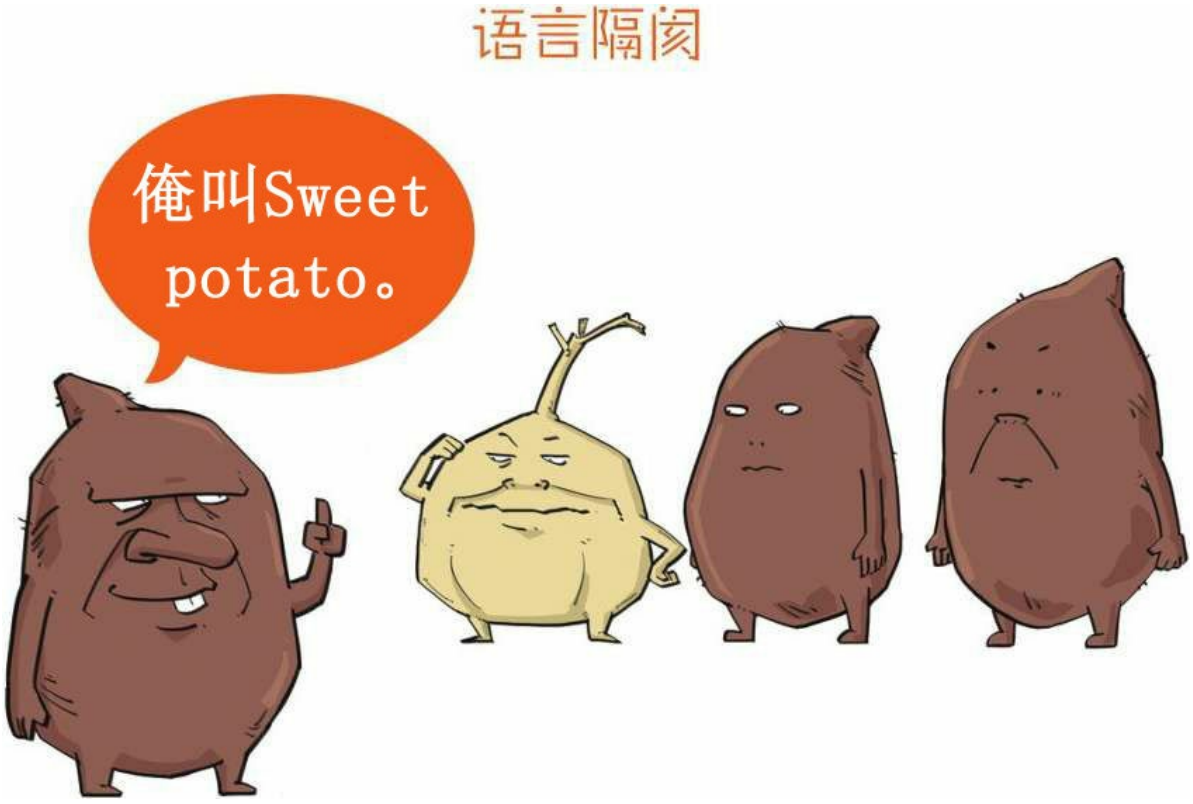
这个时候，简单粗暴的起名法就不够用了，使用起来漏洞百出。

同物异名



异物同名





这都不算最叫人摸不着头脑的，因为词汇量有限，博物学家词穷的时候就会瞎编，把很多词堆积起来当新名词用，于是还会出现这种情况——

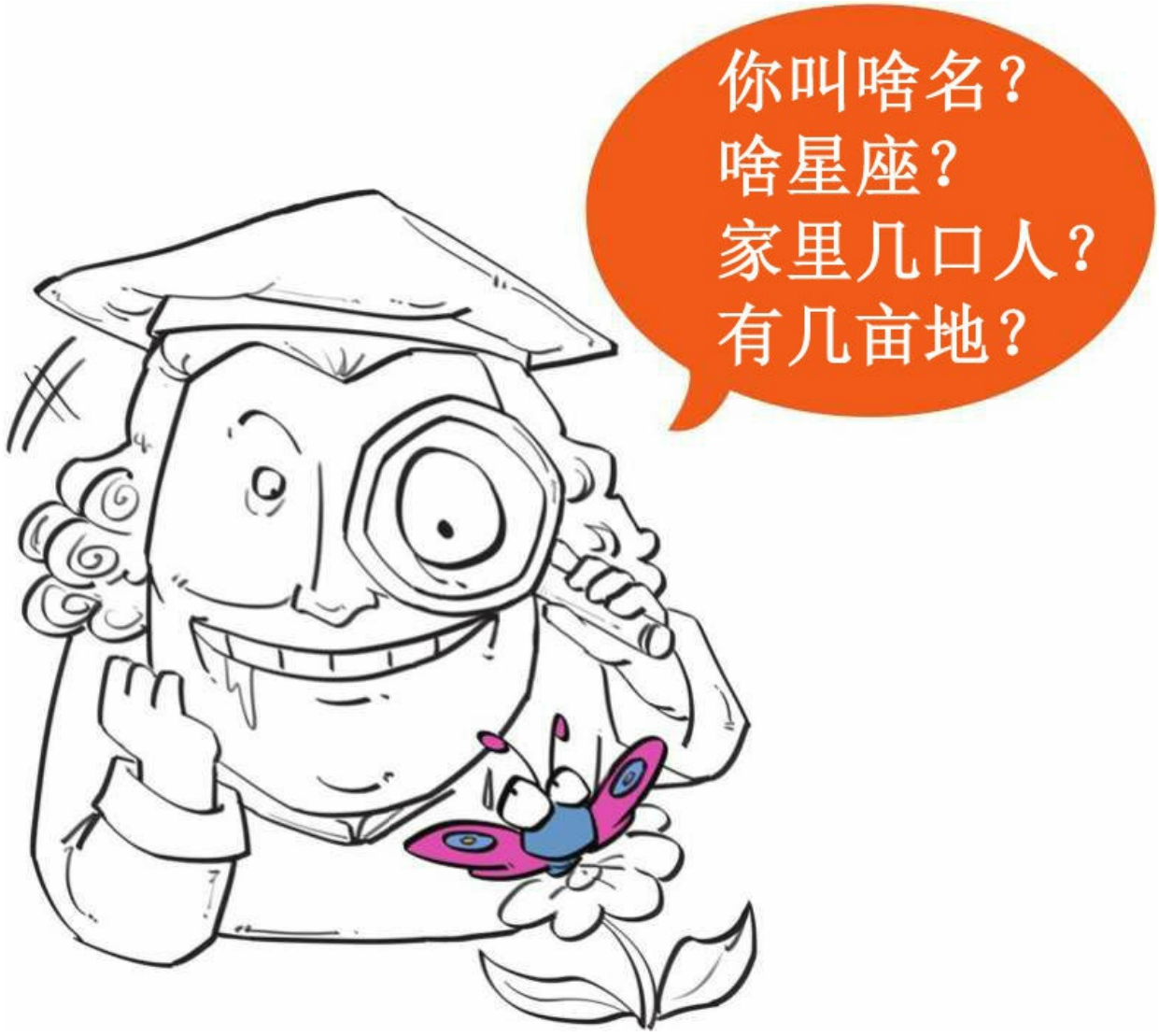
这种混乱的局面简直是要逼死强迫症，于是有个叫林奈的忍无可忍，登上了舞台。

卡尔·冯·林奈

属性：强迫症重度患者

林奈出生在草根家庭，他爹不抽烟不喝酒，就爱养养花弄弄草。

于是林奈同学从小便跟着父亲学了一身“招蜂引蝶”的本事。



后来林奈长大了，只在家门口溜达已经满足不了他。外面的野花长啥样呢？他想着，然后背起行囊，踏上了“寻花问柳”之路。可见到的植物越多，他脑袋里的问号越大。

一个强迫症患者，在植物学研究上还有点建树，能忍得了这么难听的名字吗？

忍无可忍，无须再忍，咱们的林奈同学出手了！

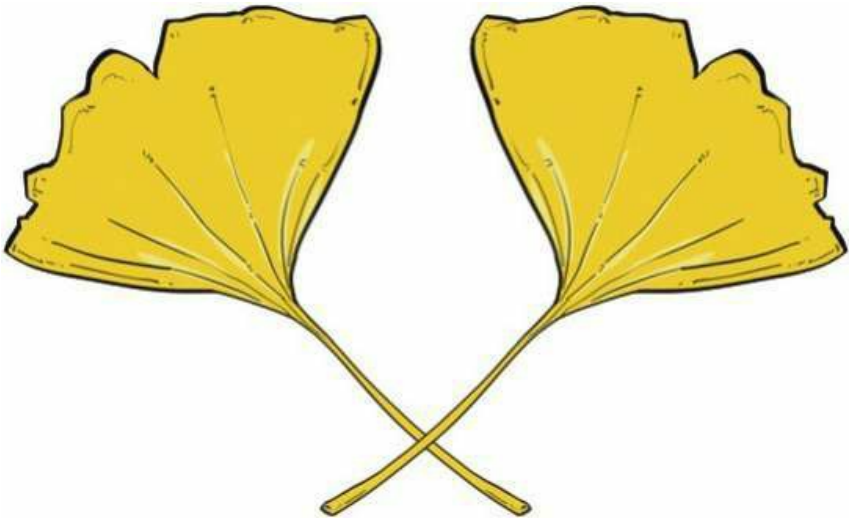
混TV
植物种法
新鲜出炉的
二名法!
只要9块8，
包邮送到家！

林奈在1753年发表了《植物种志》，提出起名得按照规则来，使用二名法。

生物的学名得包括两部分：

后面还要加上命名者的名字。

举个例子：



银杏

林奈叫它：

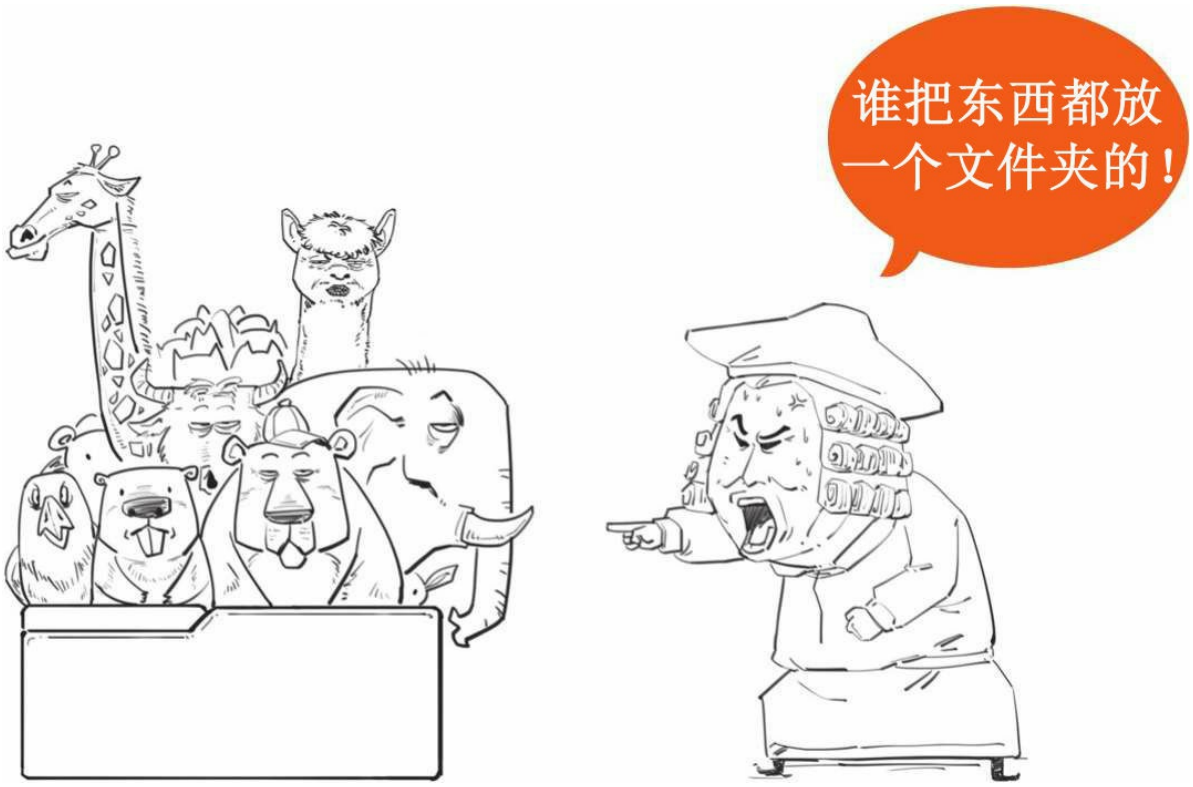
都说做好事不留名，为啥这里要加命名者的名字呢？其实主要是为了便于日后考证。

当然，冤有头债有主，如果名字取得不好，也方便大家精准嘲讽。

这下谁还敢乱起名？

当然还有个问题，语言不通咋整？

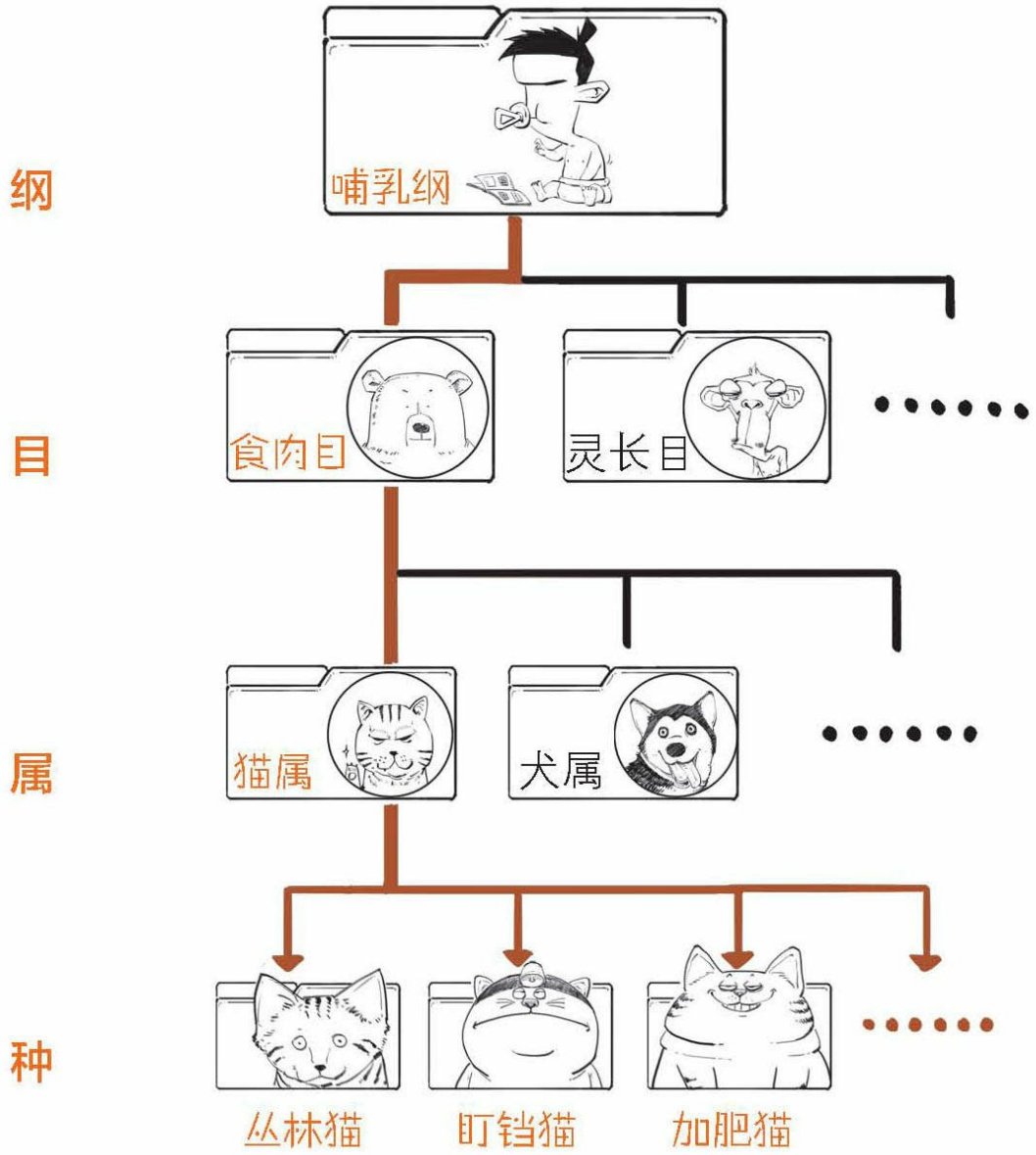
除此之外，面对海量的新物种，按当时的分类法，那感觉就像是——



分类这么乱，林奈的强迫症犯了，一气之下放了个大招——

这个大招就是引入纲、目、属、种。他把生物按特点分成几类，谁在哪个坑都安排得明明白白。

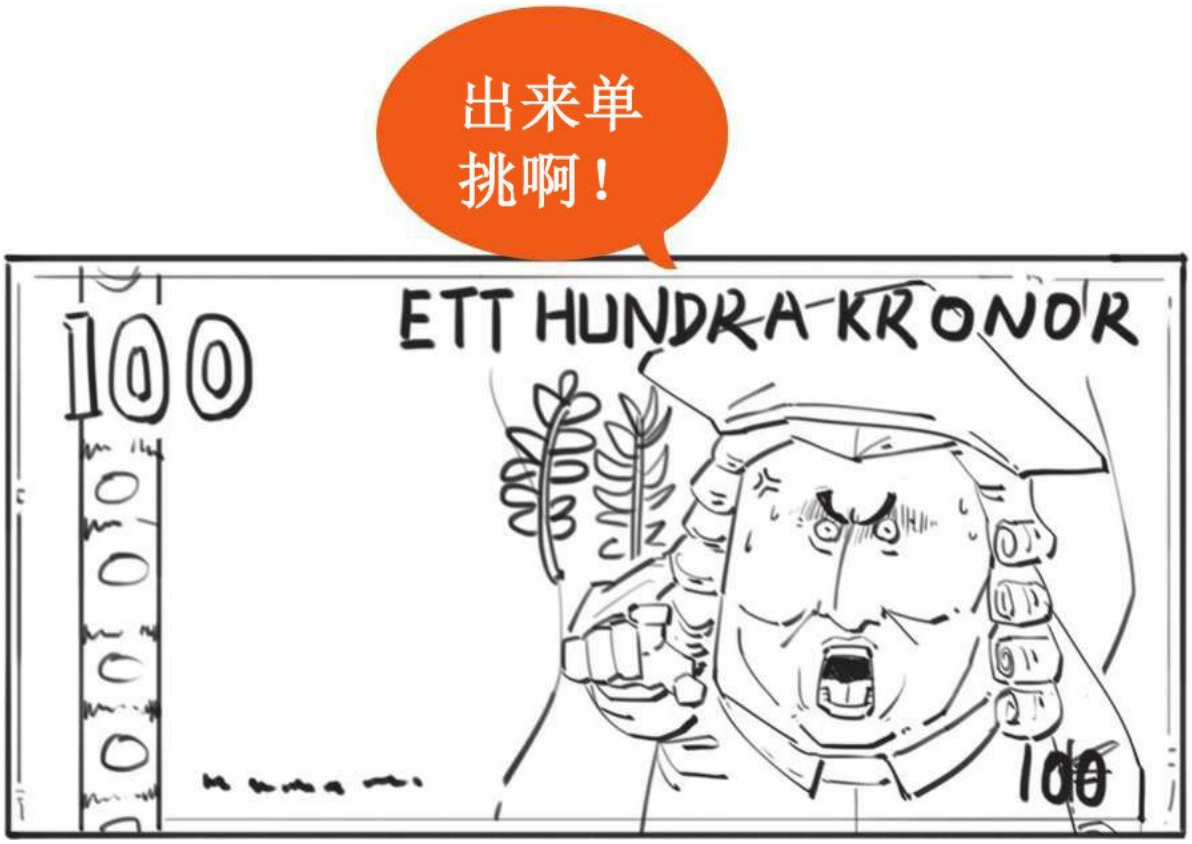
比如猫的分类：



这套颠覆性的体系一发表，立刻风靡欧洲大陆，不管别人服不服，最后都逃不过“真香定律”。大范围推广使用之后，动植物统统上了户口，强迫症患者表示很满意。

基于当时的时代背景，林奈相信是上帝创造了万物，所以他觉得自己并不是在探索自然科学，而是在推导上帝的计划表。

不过，林奈的分类法为科学发展做出了非常重要的贡献是不争的事实。为了纪念他的功绩，瑞典人甚至把他印在了钞票上。但也不是人人都同意他的分类法，当时某些博物学家就很瞧不起他的分类方式。



Part 2　逐梦富二代——布丰

这位勇敢站出来挑战林奈的科学家，就是这部分的主人公。

布丰

属性：有钱，很有钱，超级有钱

布丰同学可是真正的有钱人家出身，年轻时崇拜牛顿，爱好数理。

和练童子功的林奈不同，布丰属于半路出家，原本志在数理的布丰，直到32岁才开始对花花草草感兴趣，刚转行不久，布丰就加入了国家队，成了皇家植物园的管理员。

当然，作为一名博物学家，写书是必备技能。林奈会，布丰当然也会。

1749年，布丰的巨著《自然志》前三卷出版。

布丰动笔开始写《自然志》的时候，原计划10年内完成。没想到一动笔就刹不住车，洋洋洒洒写了半个世纪。

布丰在《自然志》中提出了很多独到的见解，林奈相信神创论，但布丰不信。

他不仅不信，还对万物的由来提出了自己的猜测。他猜测，地球上的动植物都是由某种物质演变而来。

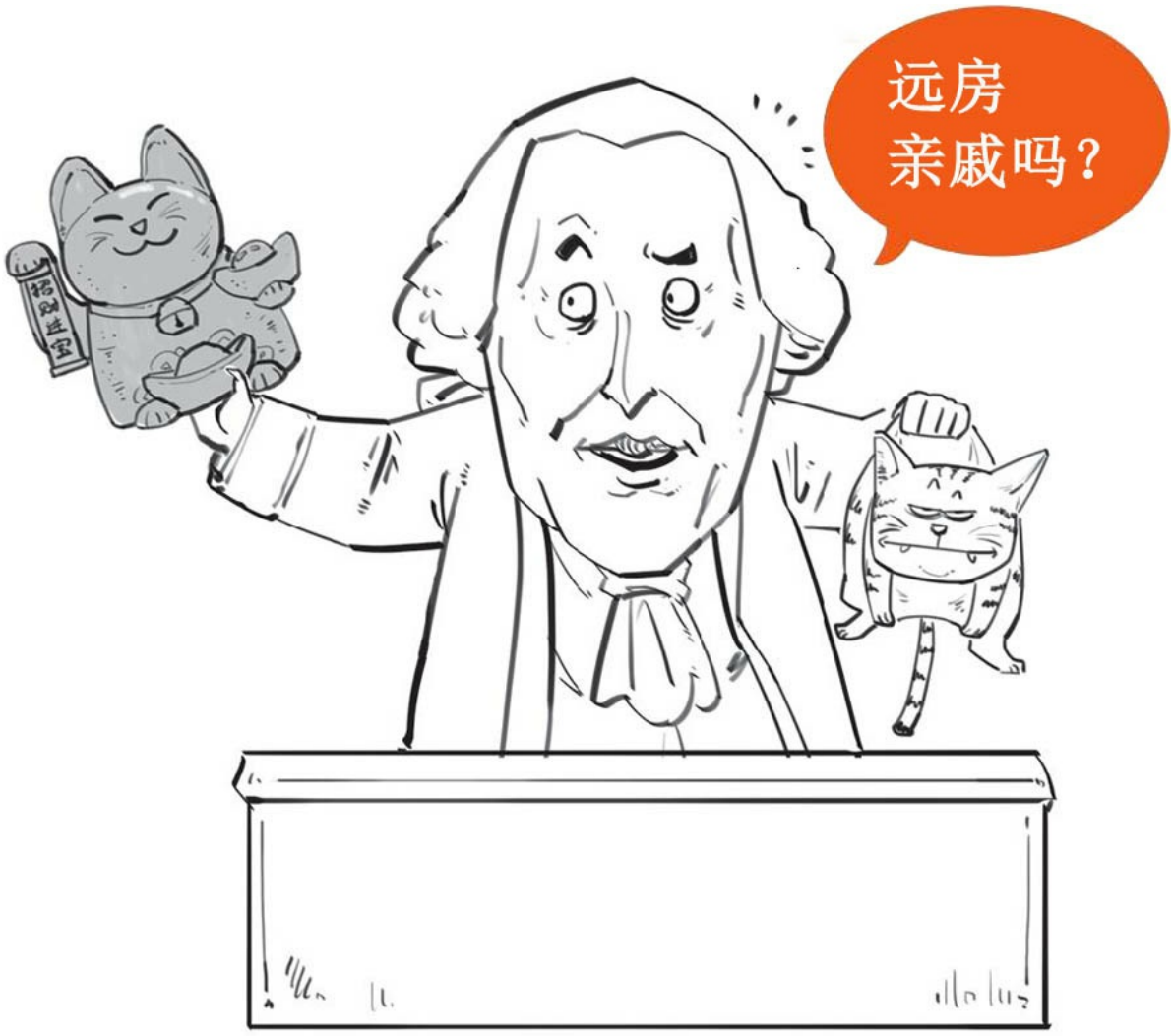
这个说法，在当时可谓是大逆不道，自然受到了教会的警告。但布丰很机智，这问题换个词就能解决。

要在博物大舞台上站稳脚跟，光有这个猜想当然不够。他还提出了另外一个惊人的想法——退化。他推断猴子是由人退化而来。

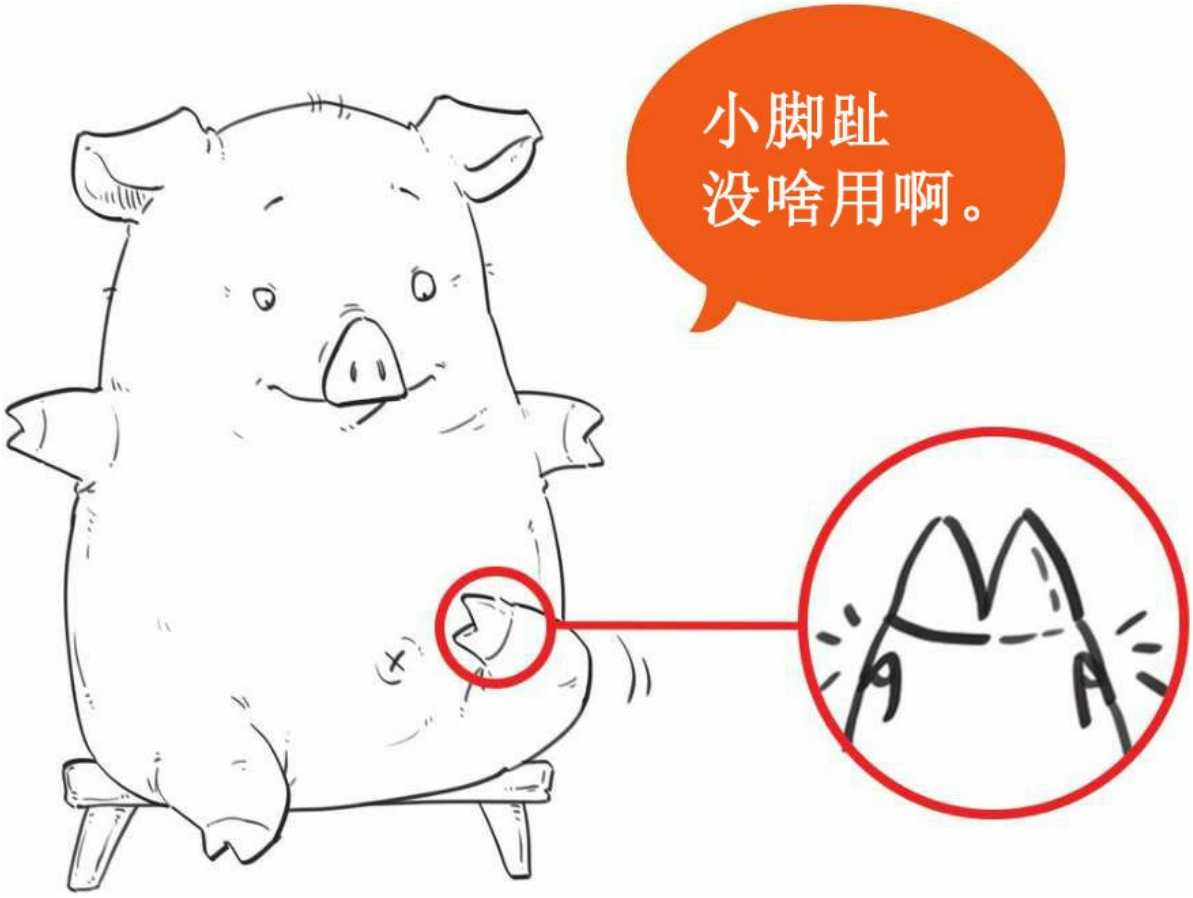
这下不只教会，普通民众也坐不住了，上帝创造的万物是完美的，怎么会退化呢？

这还真不是胡说八道，他有证据。

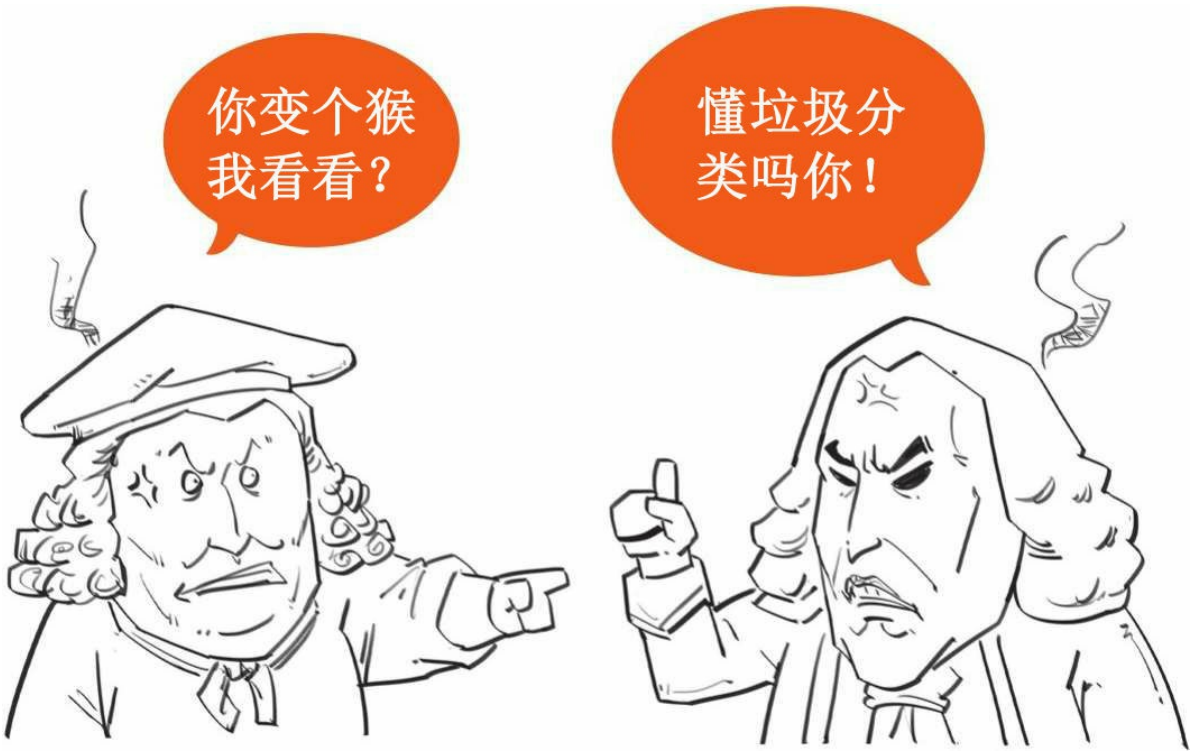
证据一：古生物化石和现代生物有明显区别



证据二：动物没用的器官会退化掉



都说同行是冤家，博物学家也不例外。布丰和林奈是同时代人，他们领着各自的粉丝天天吵架。



不管什么领域，总有新人不断登场。就在他们仿佛要互相呛声到世界末日的时候，新人上台了——

Part 3　天才选手居维叶

自古英雄出少年，这位新人就是我们的童年阴影——别人家的小孩。

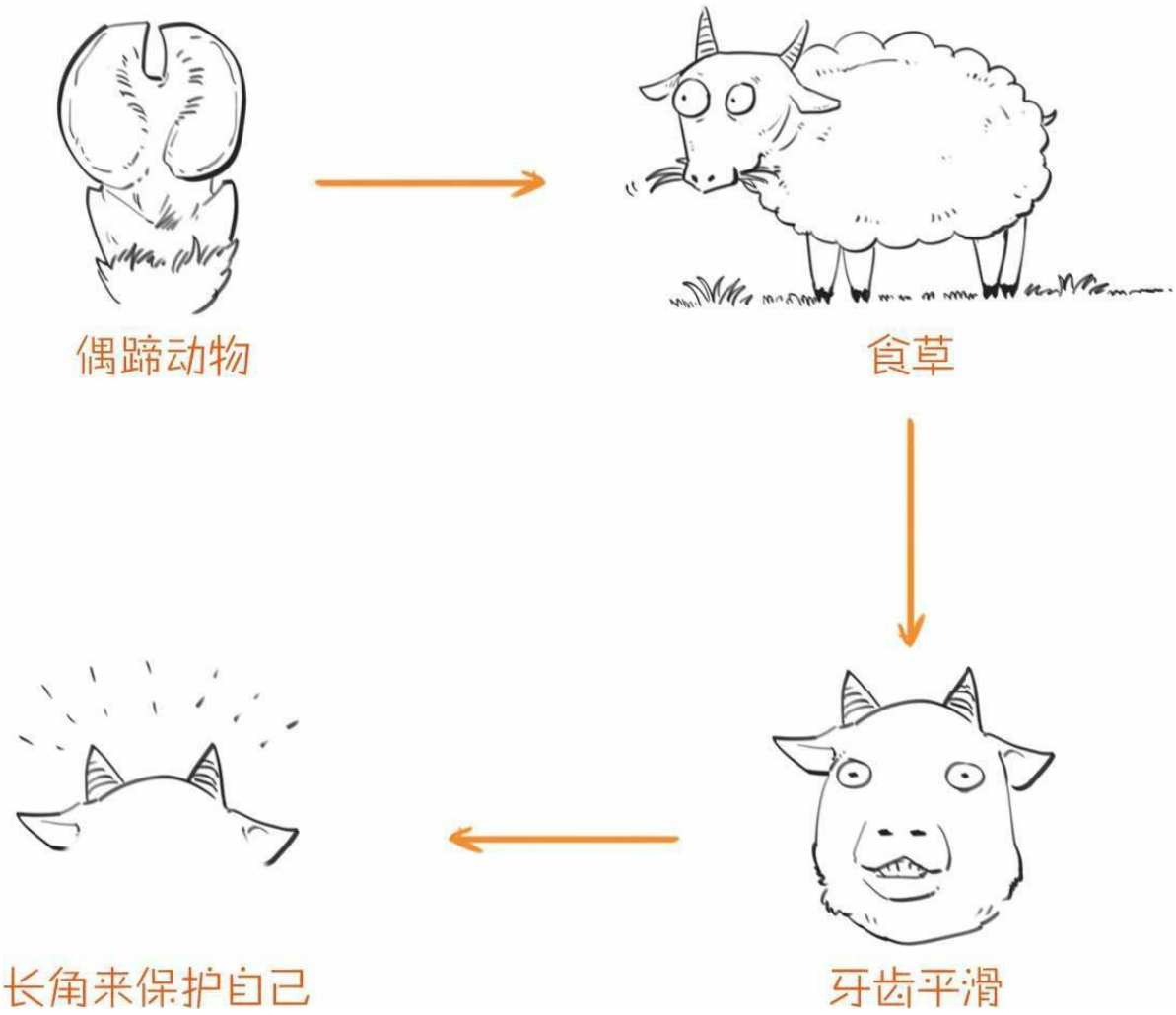
乔治·居维叶

属性：别人家的小孩

作为别人家的小孩，居维叶有一个能在长辈面前长脸的绝活儿——摸骨头就能猜出是什么动物。

生前应该是个奥特曼。
摸骨算命
星座速配
血型运势

就算猜，他也猜得有理有据。通过比较解剖学，他发现动物器官其实是个小团体，相互之间有密切联系。比如：

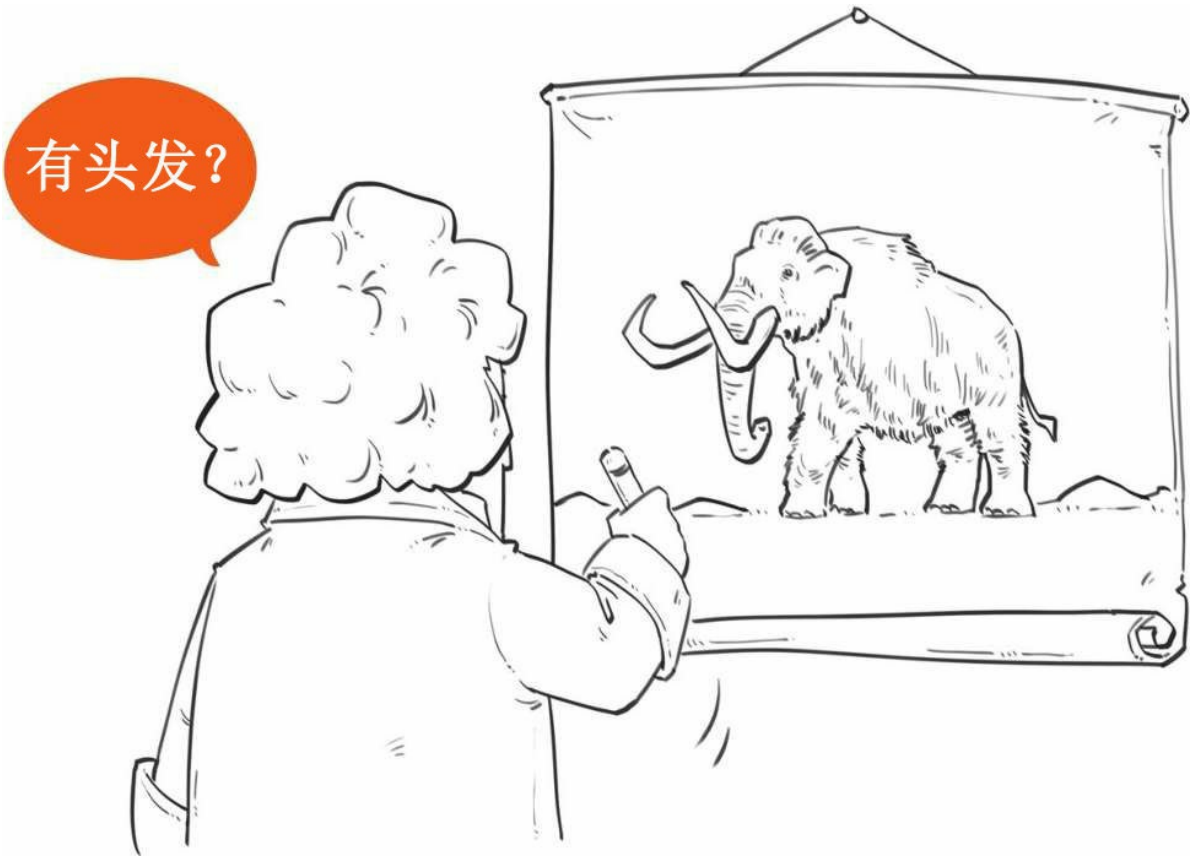


所以，通过一些骨头啊器官啊，就能推测出动物的大致特点。并且如果有一个器官发生变化，其他器官也会跟着改变。

这是什么？玄学吗？

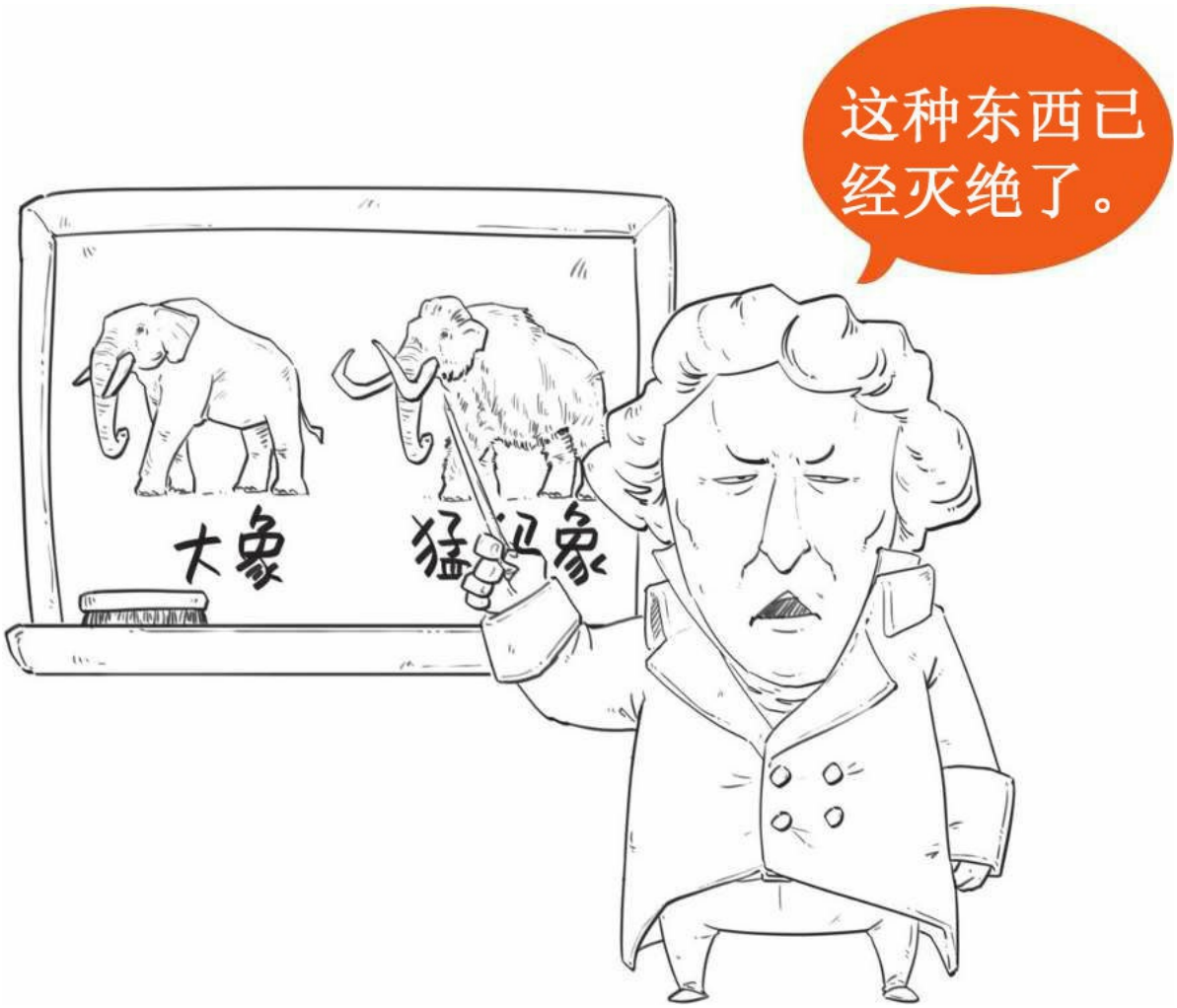
大众无法理解，又开始不淡定了。

不过，把所有人都搞蒙了的倒不是这个理论，而是基于这个理论，居维叶有一天给某块大象化石摸骨算命，算着算着，发现这根本就不是大象啊!



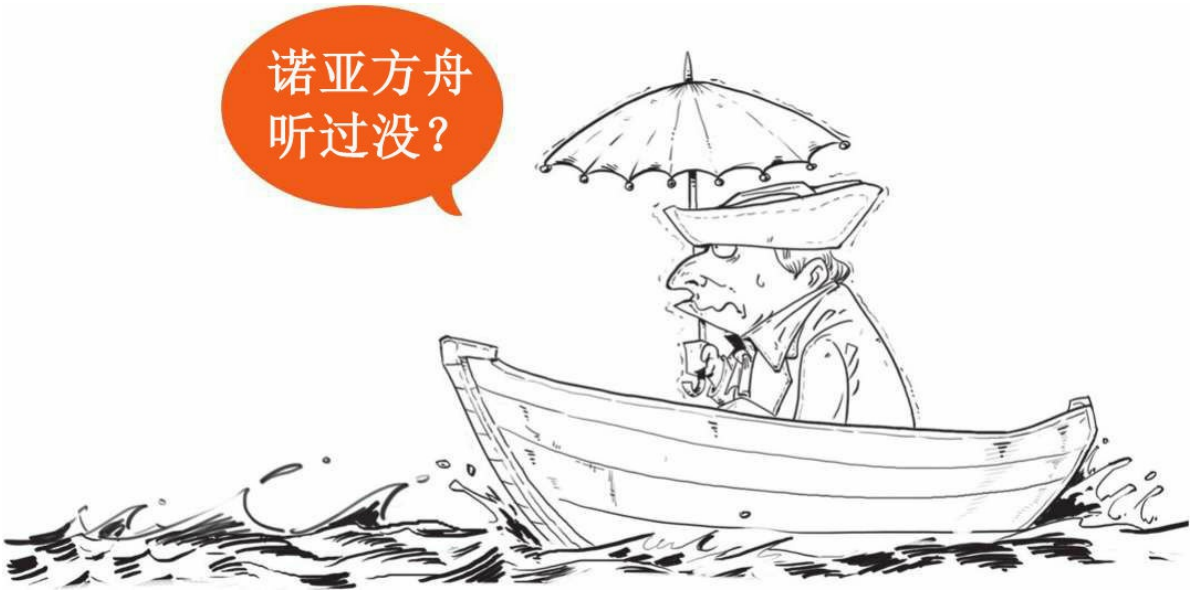
当时的认知很简单，管你长毛象短毛象，大象就是大象。

可居维叶不这么认为，他发了一篇长微博，详细对比了猛犸象和大象的区别，并且做出判断——



一石激起千层浪，这下大家的脑子是真跟不上他了。

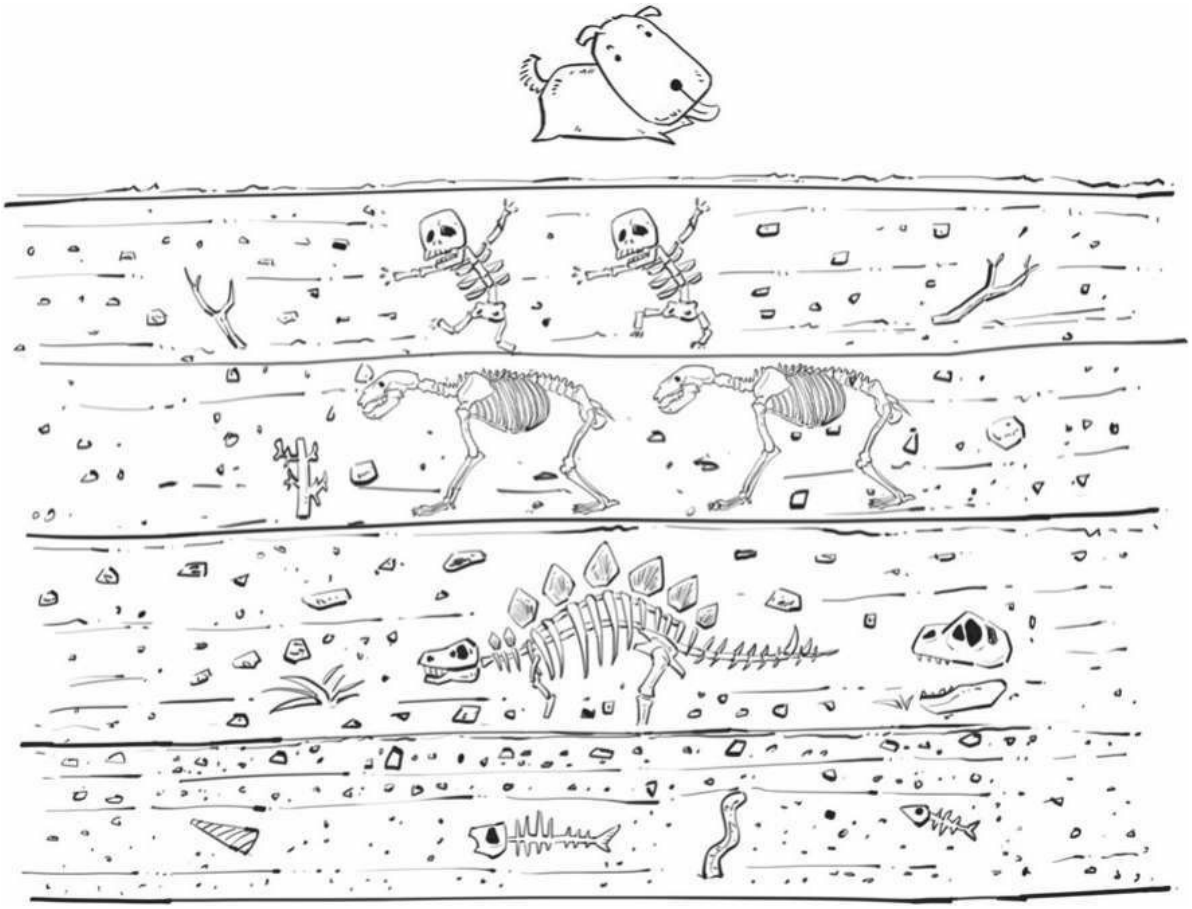
人嘛，给个台阶就顺着下是本能，居维叶恰好也是个神创论拥护者，于是他顺势翻了翻《圣经》，断言说："是大洪水干的!"



意思就是造物主造出一堆生物，时间长了喜新厌旧，想整点儿新玩意儿，于是大手一挥——

居维叶认为地球经历过许多次这种“光盘行动”，每一次都给地球上的生物带来新变化，这就是他的灾变论。

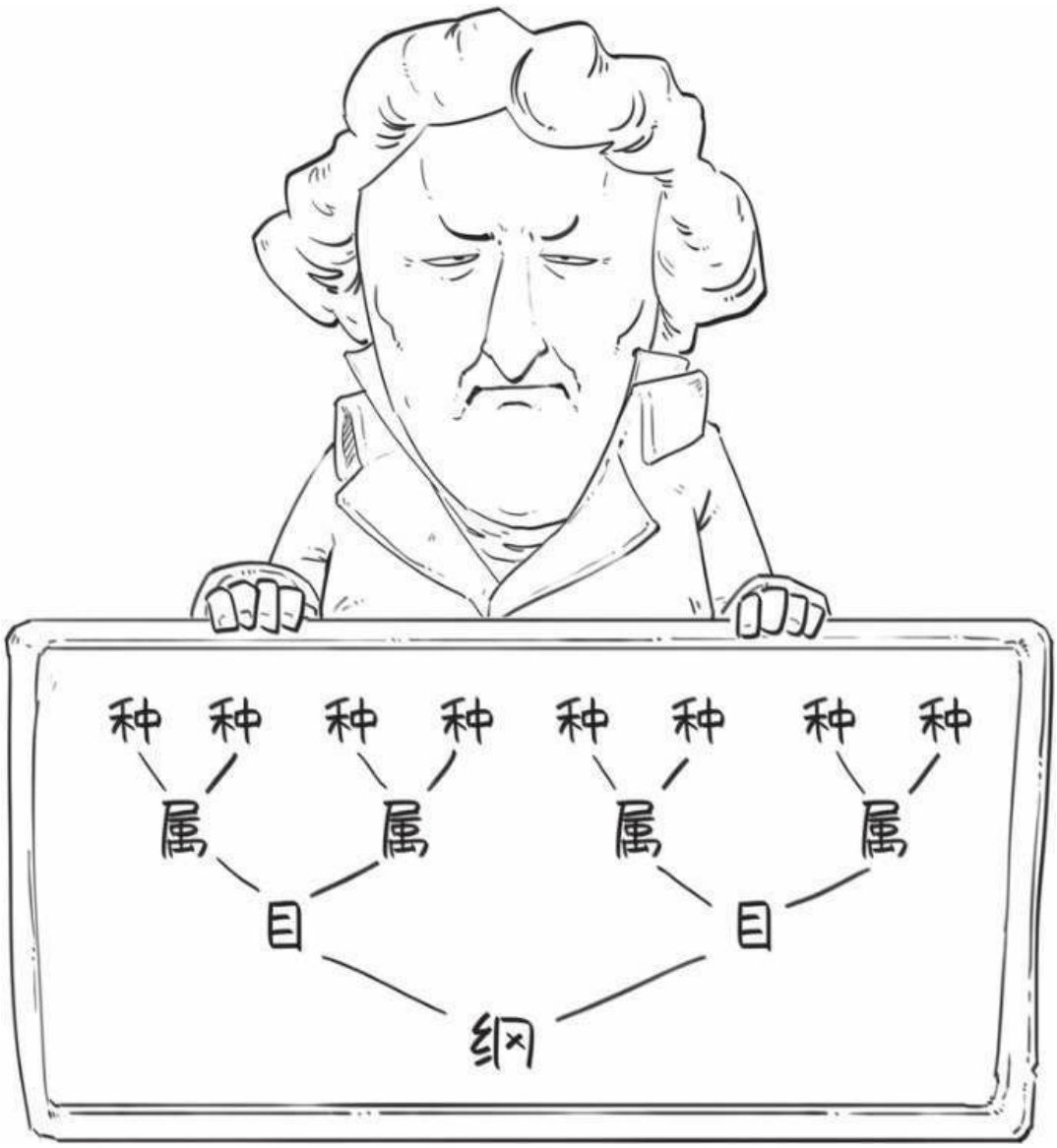
支持灾变论的证据不仅有猛犸象化石，机缘巧合之下，他还发现了每层地层的化石都不相同。



而且化石不仅是每层都不一样，时间上由远到近还呈现出由简单到复杂的趋势。这不就是进化——

天才总是很执着，居维叶执着地相信神创论，他把这些化石的变化解释为每一次灾变都是在为更高级生物的登场清理舞台。

不仅是居维叶，咱再回头瞧瞧林奈的分类法——这不是已经反映出所有生物都是由共同祖先进化来的吗？不过无论林奈还是居维叶，都坚定地相信物种不变论。

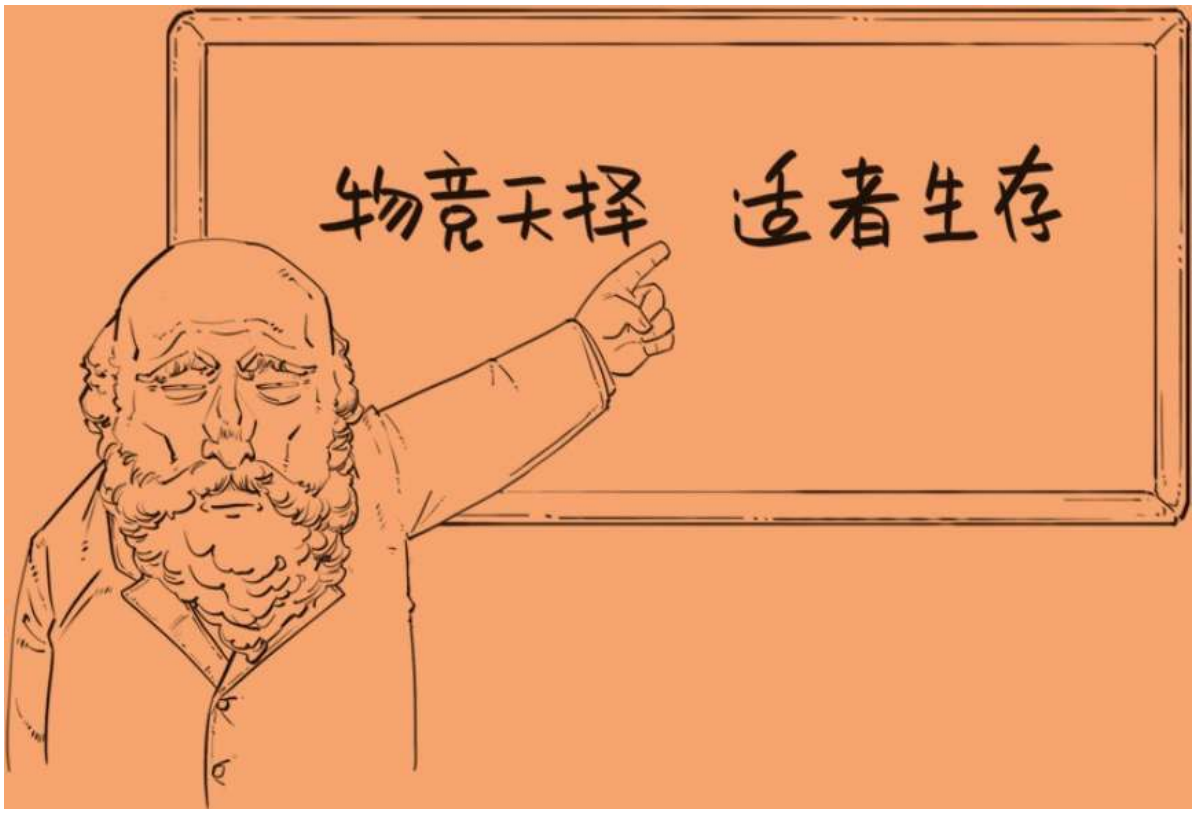

种 种 种 种 种 种 种 种
属 属 属 属
目 目
纲

至此，他们虽然走到了进化真相的边缘，却始终没有突破这道大门。

欲知后事如何，请看下一章——

《你不知道的进化论》。

九、你不知道的进化论



希腊哲学家柏拉图曾提出过一个离间亲子关系的问题：

我从哪里来？

针对这个问题，各路大神纷纷表示：

但是有一位大神有不同的意见，那就是你妈：

当然，无论给出什么回答，总会冒出不和谐的声音，这种人，我们称之为杠头。

这位两百多年前的杠头，就是进化论的奠基人——达尔文。

说起进化论，我们就想到达尔文，但实际上，在达尔文正式提出之前，进化论已经酝酿了一个世纪，只不过由于信仰不同，那些相关人员自己都不信。

除了上面与进化论有缘无分的三位之外，在达尔文之前，还有一位和进化论关系匪浅的博物学家，是历史上第一个提出比较完整的进化论学说的人，他就是——

拉马克

就是这两个喜欢小动物的男人，凭一己之爱好，推动了生物史的发展。咱们今天就来唠唠——

你不知道的进化论

Part 1　长颈鹿什么的最可爱了

首先来认识一下今天的第一位男主——

拉马克

属性：长颈鹿文学爱好者

青年时的拉马克，和大多数年轻人一样迷茫，他参过军、观过星、拉过琴、银行里面收过银，后来为了“钱途”去学医，学了四年，愣是没和医学培养出感情。

他弃医从博，博物学的博，这才摆脱了大龄无业游民的命运。

拉马克考虑到得有师父领进门，于是刚入博物圈就勾搭上了业界大佬布丰。

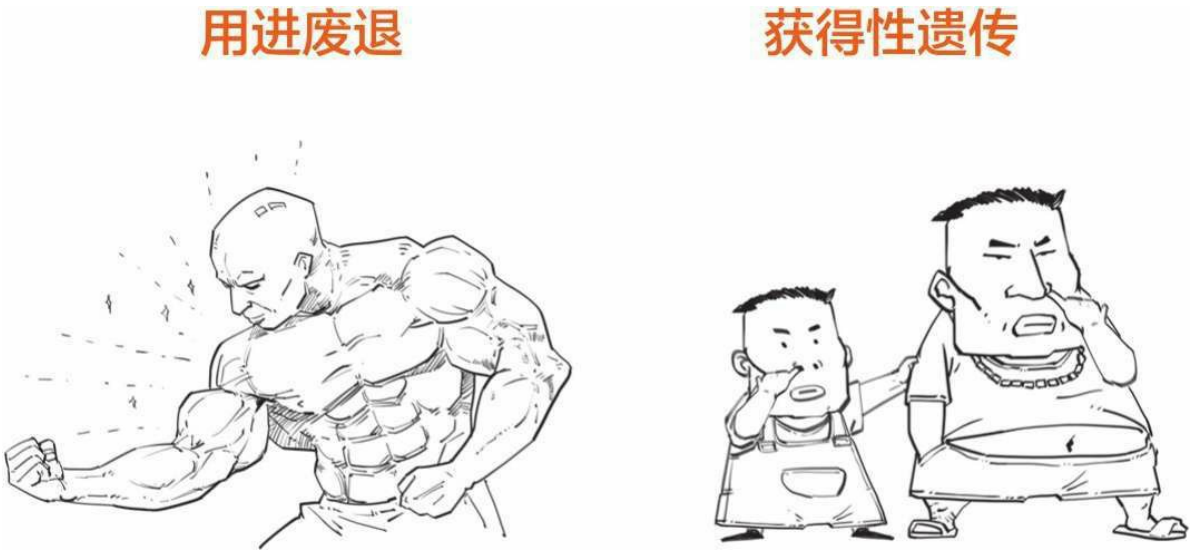
后来由于种种原因，拉马克被分配去研究行业鄙视链底端的无脊椎动物。

也正是这次分配，使他的研究方向由植物转向动物。所以你永远猜不到给你下一个人生转折的——

经过研究，他对动物界有了新的想法：老师布丰认为物种会退化，他换了个方向，研究起了进化。

1809年，拉马克在《动物哲学》中论述了他对生物进化的见解。

简单来说，拉马克在这本书里有这么两条观点：



不明白的话，拉马克拿例子给咱解释了一下。

Case 1　用进废退

从前有一只短脖鹿，它馋树上的叶子，可海拔不够，吃不着，这可咋整!

没有什么能阻挡吃货对食物的渴望，于是它奋发图强，努力锻炼伸脖子伸腿。

终于不负众望，成了名副其实的长颈鹿，这就是用进废退。

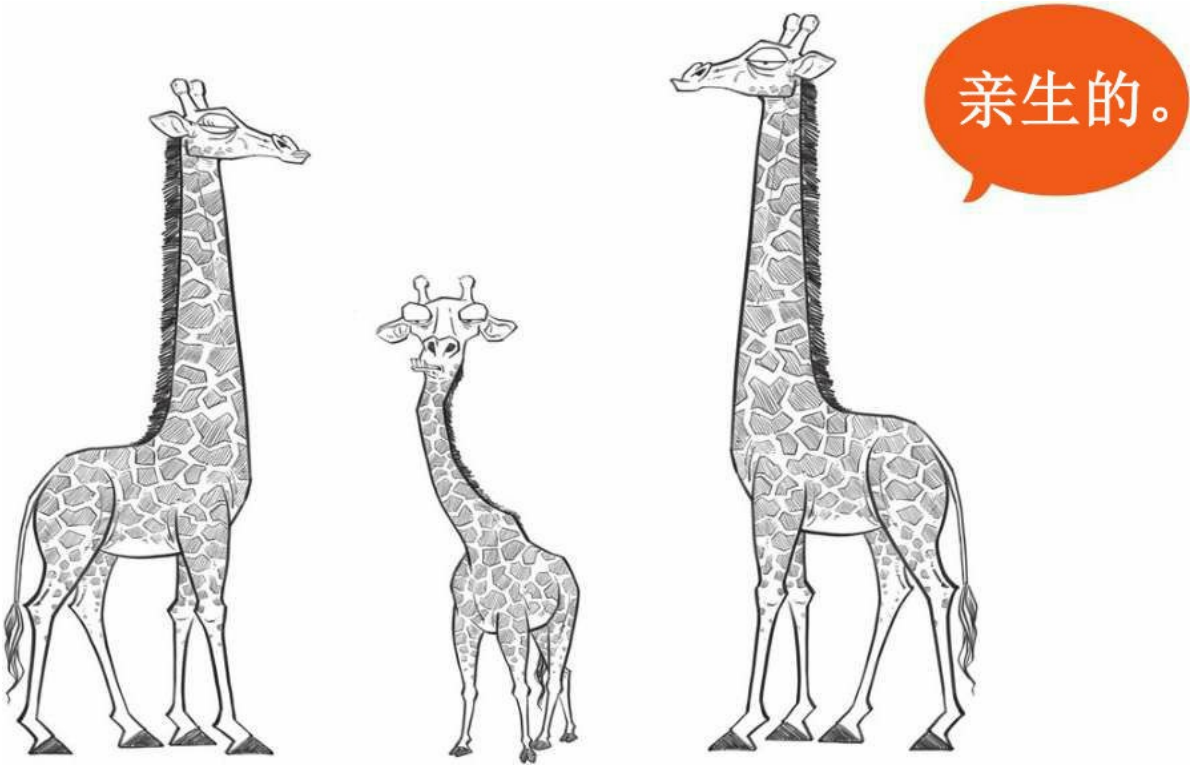
导致这种变化的原因是啥呢？拉马克又琢磨了，总结出两个原因：

那长颈鹿付出了这么多，能不能造福后代呢？

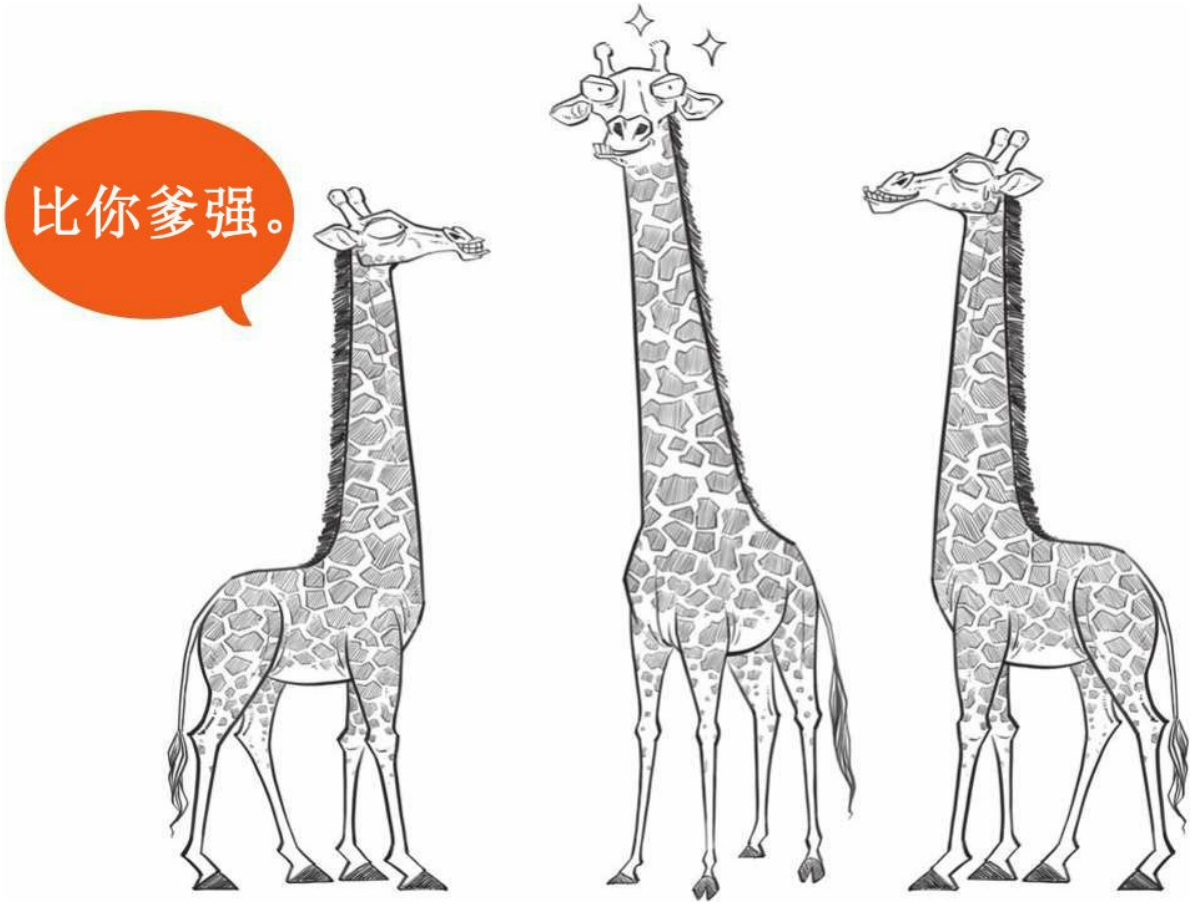
Case 2　获得性遗传

拉马克又用他钟爱的长颈鹿举例子。

长颈鹿还是那只逆天改命的长颈鹿，后来它找到真爱，生了个孩子，也是大长腿和天鹅颈。这就是获得性遗传。

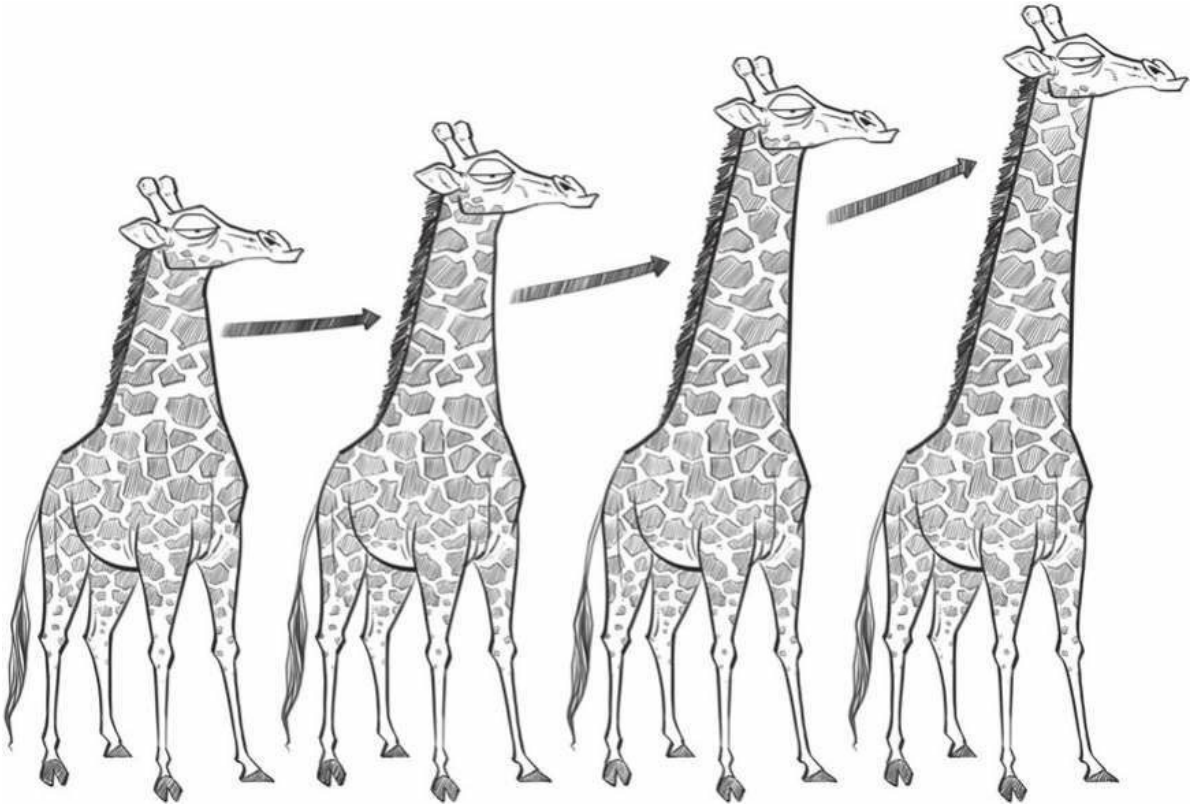


拉马克说了，生物的本能就是上进，通过苦练，长二代青出于蓝，拥有了更优越的身材。



改善后的优良血统又遗传给第三代，子子孙孙无穷匮，一代更比一代强。

通过后天的努力和获得性遗传，长颈鹿成功逆袭，占领了动物界的海拔高地。



先不论拉马克的理论正确与否，这在那个时代都是进化论的重大突破，但他本人却因此吃了苦头。

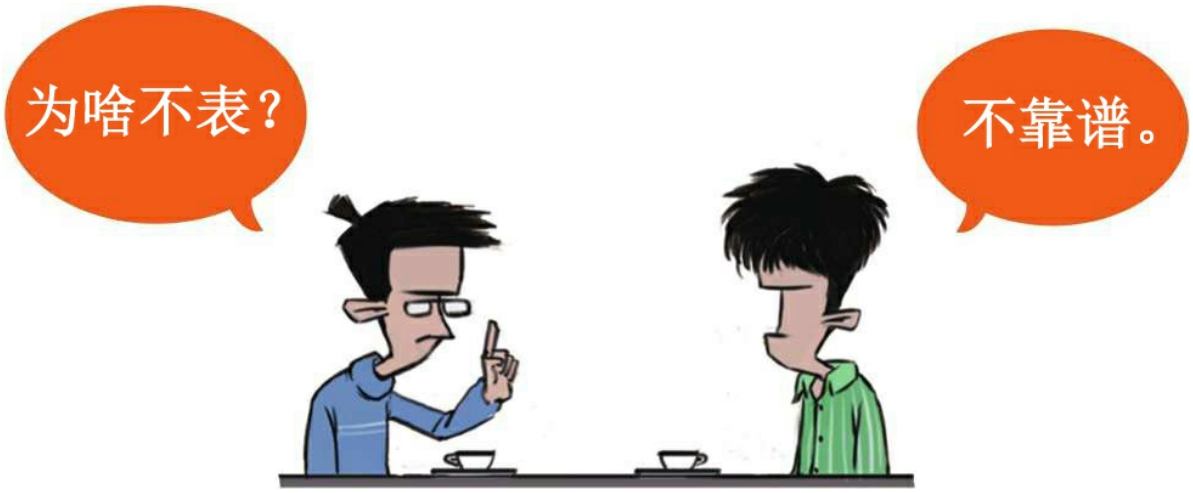
为啥拉马克这么惨呢？因为和他观点不同的，偏偏是居维叶。

居维叶坚持物种不变，推广灾变论，而且他能力强、资格老、粉丝多，掌握着博物圈的话语权。

拉马克进化论的发表，可以说是直接叫板居维叶。得罪了“顶流”可不得了，于是他在学术界遭到了无情打压。

这个故事告诉我们，无论在哪个年代，流量都相当重要!

其实在那个普遍信奉神创论与灾变论的年代，持进化论观点的还有其他一些科学家，不过咱们先按下不表。



拉马克出版《动物哲学》那年，有个小孩出生了，长大后写了本《物种起源》，没错，他就是喜欢玩鸟的达尔文。

直到达尔文的《物种起源》问世，进化论才真正进入大众视野。

Part 2　雀雀这么可爱，怎么可以吃雀雀

《物种起源》的诞生，其实是个吃货改变世界的故事。

达尔文

属性：吃货一号

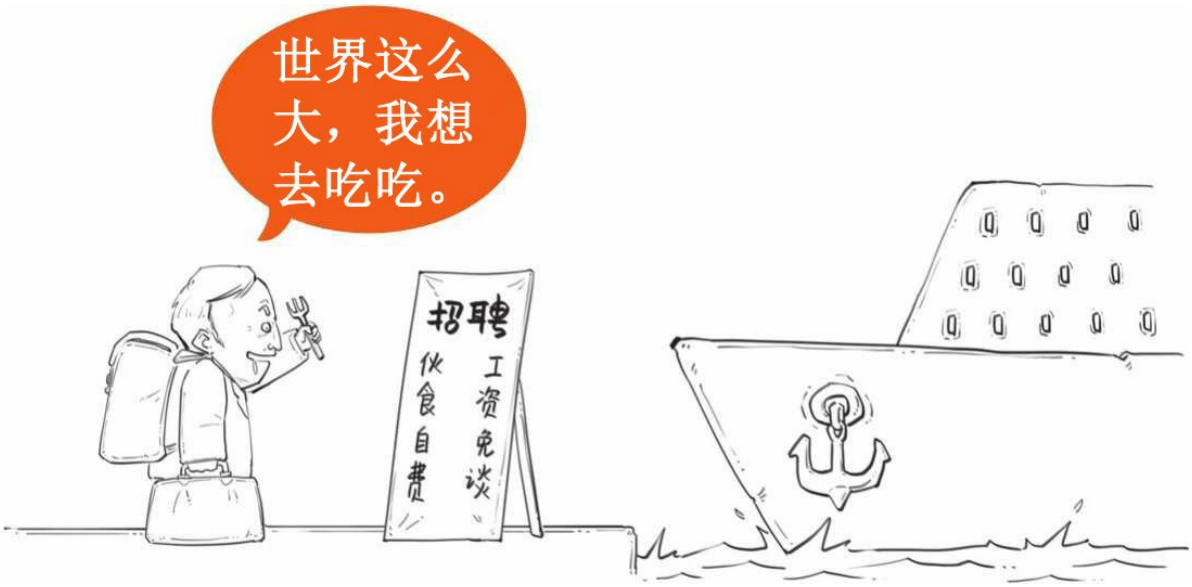
达尔文其实是个学三代，但他本人却是个不务正业的学渣。

上课云里雾里，

下课草里泥里。

他对职业规划没有兴趣，一心扑在博物学上。

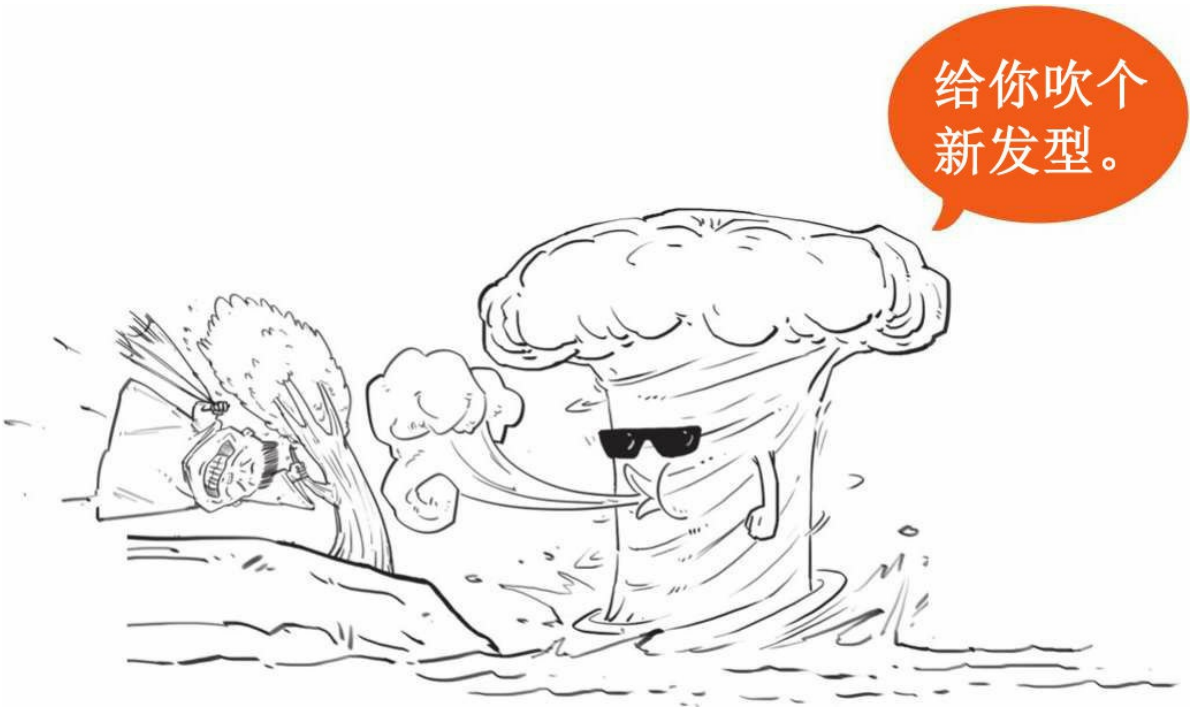
大学毕业后，达尔文并没有马上投入社会生活，而是跟随小猎犬号巡洋舰，边环球考察边吃吃吃。



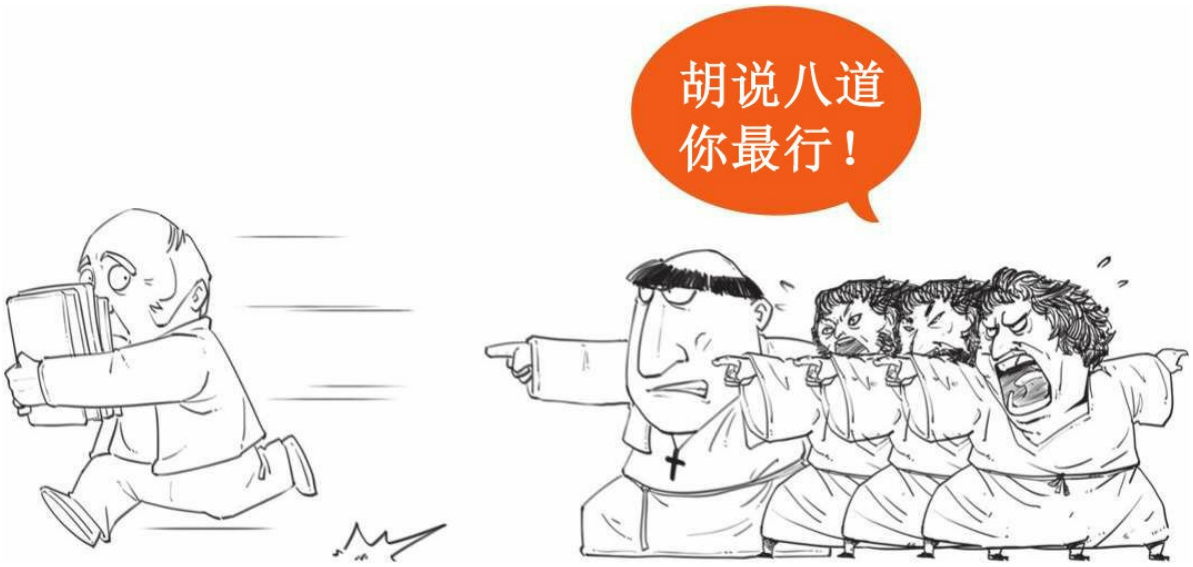
达尔文直到上船前还相信着神创论，可等他观完了世界，却颠覆了自己的世界观。

达尔文到底经历了啥？故事还要从一本大部头讲起。

这本《地质学原理》的作者莱伊尔认为：改变并不需要灾变，自然界的风霜雨雪都可以改变自然。

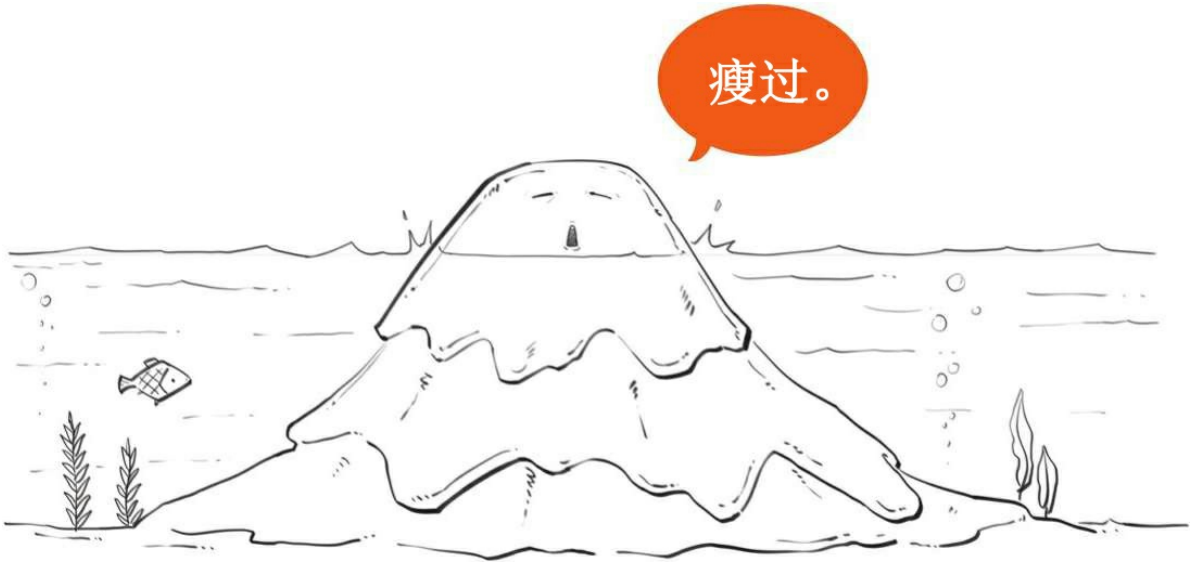


在普遍相信神创论和灾变论的那个年代，这种说法无异于歪理邪说，少不了挨批评。



神创论说，万物生而完美，且一成不变，可达尔文在安第斯山的一座山顶上，居然发现了海洋生物的化石。

不仅如此，他还发现圣地亚哥岛就像秋膘，是由熔岩一层一层堆积起来的。



达尔文仔细对比书中的渐变理论和自然现象，拍了拍凭一己之力吃出来的啤酒肚——

这还不算完，他又琢磨：能否把自然界的渐变理论用在生物界呢？后来，在加拉帕戈斯群岛的各个岛屿上，达尔文觅食时，发现了许多相似但又有点不同的鸟。

他把这些鸟做成标本去鉴定，这一鉴定可不得了，这些鸟不仅看起来好吃，还有了学术贡献。

这些地雀之后被命名为达尔文地雀，种数也从13种更新到14种。

这些嘴巴差异很大的地雀就是催生《物种起源》的吃货二号。

在达尔文看来，这些不同的地雀可能由同一种祖先变化而来，这就是物种会变化活生生的证据。

经过推测考察，达尔文觉得真相只有一个：这就是个凭嘴变身的故事。

很久以前，一群地雀偶然落脚加拉帕戈斯群岛，它们成群结队占地为王，占领了各个岛屿。

因为每个岛屿的食物资源不同，分家后的地雀有肉的吃肉，没肉的吃素，吃着吃着嘴就变了形。

不同的种子和虫子还有各自特色，吃起来嘴法不同，久而久之，各个岛屿的地雀练出了各式各样的嘴，由近亲吃成远亲，由远亲吃成邻居。

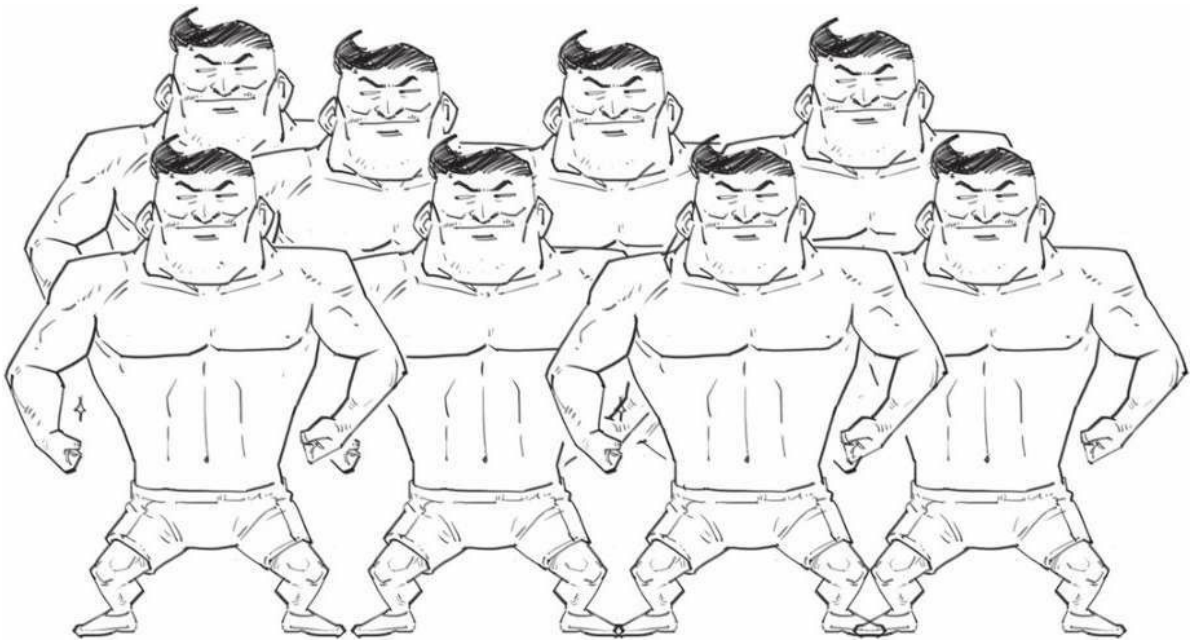
都是一家人

这说明了啥？
地理隔离就可以形成新物种。

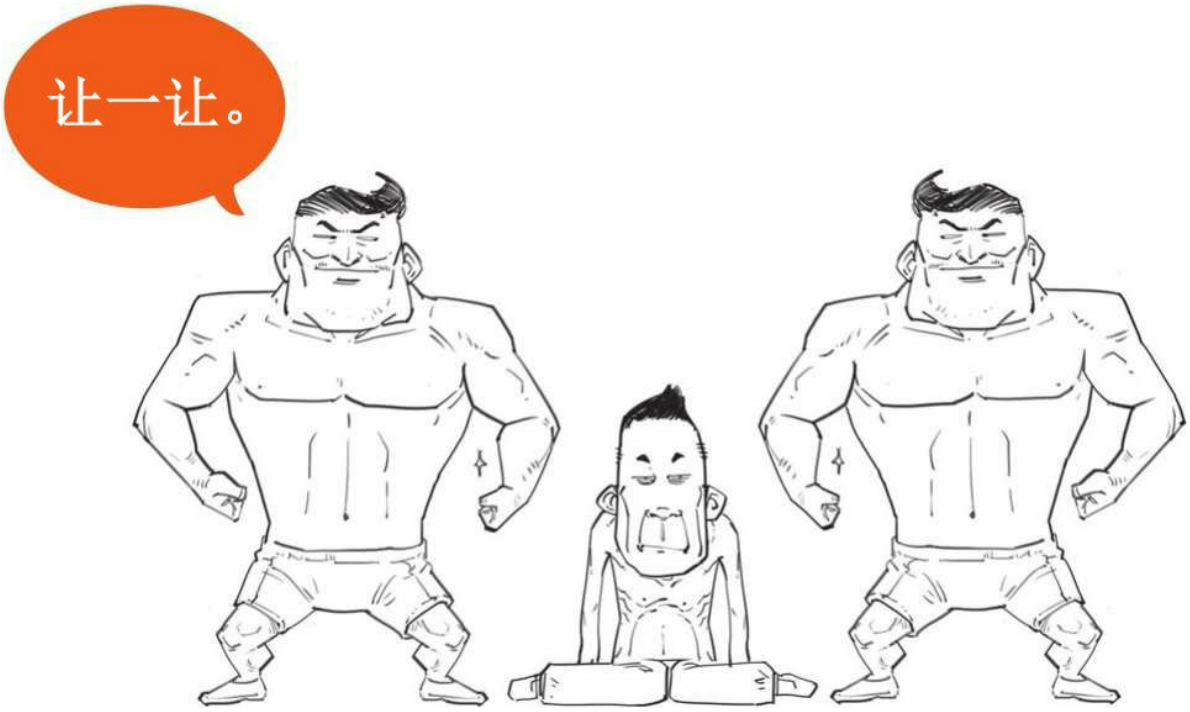
是什么原因导致了这样的演化呢？

正发愁时，他偶然读到了马尔萨斯的《人口论》，有个观点叫拥挤与斗争。

如果大家撒丫子吃喝生娃，没人管，大街上应该人挤人，就像黄金周的景区。



但实际上并没有这样，这是因为社会资源有限，有能力的人才可以填饱肚子，能力弱的则会被淘汰。



以上就是《人口论》的部分观点。

达尔文这个小机灵鬼举一反三，马上联想到，大自然也可能有淘汰制啊!

为了简单理解他的想法，咱来举个例子。生物的变异各种各样，就像这群羊，都是年轻崽，但各有特长。

某天狼来了，吃掉了跑得慢的羊，这就是没用的变异被消灭。

然后跑得快的羊活下来，后代成了职业跑羊，这就叫有利变异被保存，形成新物种。

上面这个保存和消灭的过程，就是自然选择。

当然也有相反的情况。如果草原闹饥荒，强壮的羊需要吃很多草才能活，反而先被饿死，瘦弱的羊吃得少，更容易挺过来。

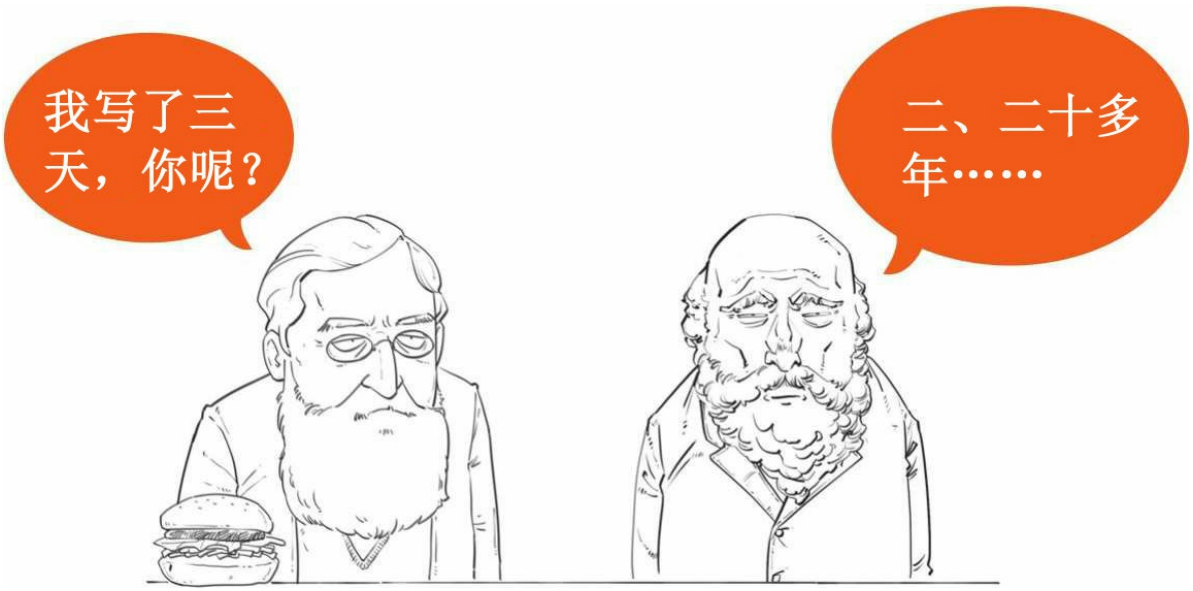
所以自然选择中活下来的不一定是强者，而是更能适应环境的那位。

而且达尔文认为进化是随机的，并不一定会导致更高等的生物出现，所以，说演化论比较贴切。

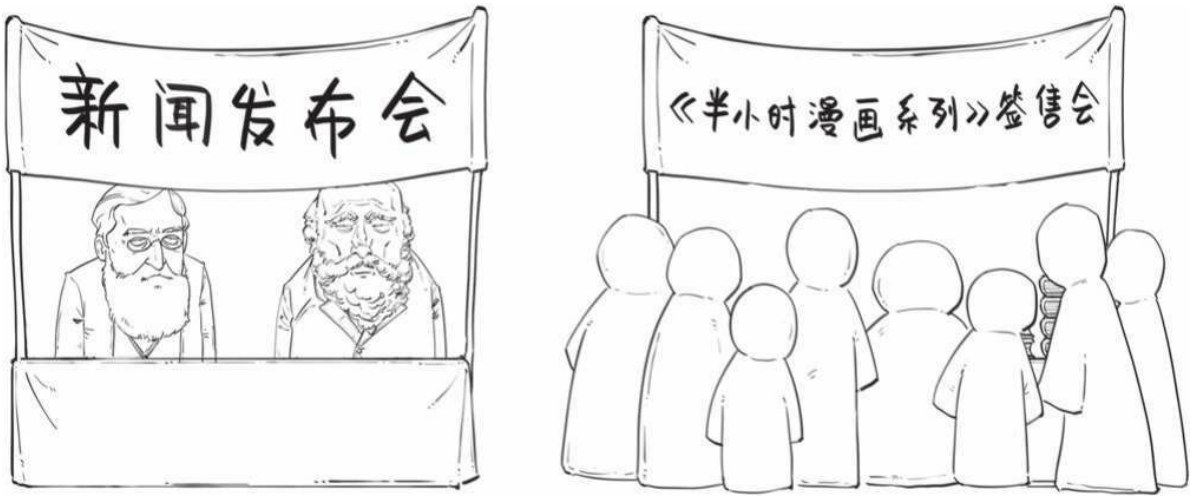
达尔文想出了演化论，但并没急着发表，因为周游完世界后身体欠恙，就打算先养生再说。

当然，他不光养生，还养鸡。达尔文还通过观察家养鸡的变异，写些资料补充进化论。

就这样过了二十多年，突然有一天，英国生物学家华莱士发了一篇论文，与达尔文的进化论意思差不多，达尔文顿时坐不住了。



后来两人一合计，将华莱士的论文与达尔文的《物种起源》摘要同时发表，但令他们意外的是，大家好像并不在意这枚重磅炸弹。



在接下来的一年里，达尔文加速整理自己的理论，1859年，《物种起源》出版了。

这次投出的不再是哑弹，《物种起源》在科学界和学术界都引起了巨大反响。

《物种起源》，全名《论依据自然选择即在生存斗争中保存优良族的物种起源》。一看就是着急发文，没想好标题。

不过达尔文还是没搞清楚，为什么生物性状改变后会保留在后代身上。

后来，这个问题被一个玩植物的人解决了，他就是遗传学之父——孟德尔。

生物学走上科学化大道的事就先讲到这里，至于孟德尔和遗传学的故事，让混子哥卖个关子——

咱们《半小时漫画科学史**3**》接着聊。

十、番外篇——第一次工业革命

常常有人问，科学到底有什么用？

如果我们回溯历史，就会发现，一次次的工业革命正是依赖于科学的发展。这回我们就把它单拎出来聊聊。

牛顿被苹果袭击，顿悟了万有引力。

瓦特受壶盖启发，掀起了工业革命。

牛顿和苹果，瓦特和壶盖，无疑是科学史上的两大奇葩couple。

可惜都是假的。

牛顿是被苹果砸了才顿悟万有引力的故事其实是后人编的，这咱以前讲过。今天，咱就再讲讲瓦特的故事，看看他和工业革命，究竟是个啥关系。

要说这个故事，我们就要从一个问题谈起——

欧洲那么多国家都搞工业，可第一次工业革命——

Part 1　为啥在英国

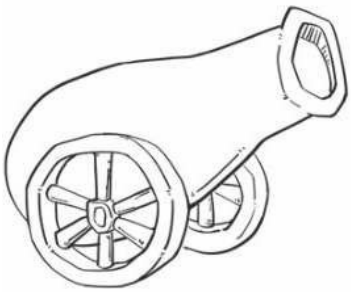
Case 1　国内制度好

大航海时代开启后，欧洲强国的船满世界跑，可英国还不咋的，制造业基本全靠复制粘贴。

造铜技术，
来自德国。

造玻璃技术，
来自威尼斯。

纺织技术，
来自今荷兰。



英国深知跟风是没有未来的，于是痛定思痛，决心鼓励国民发明创造，就搞了专利制。

其实别的国家也有专利制，但大多只是嘴上说说，只有英国是玩真的，直接写在法律里。

1624年，英国政府颁布了世界上第一部专利法：《垄断法》。

这下妥妥地保证发明者名利双收，不被抄袭。

后来英国发达了，到处搞殖民，商人赚翻了，但他们发现，只要国家不添乱，还能赚更多，于是得出一个结论：

这届领导人不行!

于是资产阶级开始革命，从此英国国王变成吉祥物，真正的boss是背后的议会，有事他们商量着来。

这就叫君主立宪制。

没有国王压制，大家更自由，该搞创意搞创意，该做生意做生意。

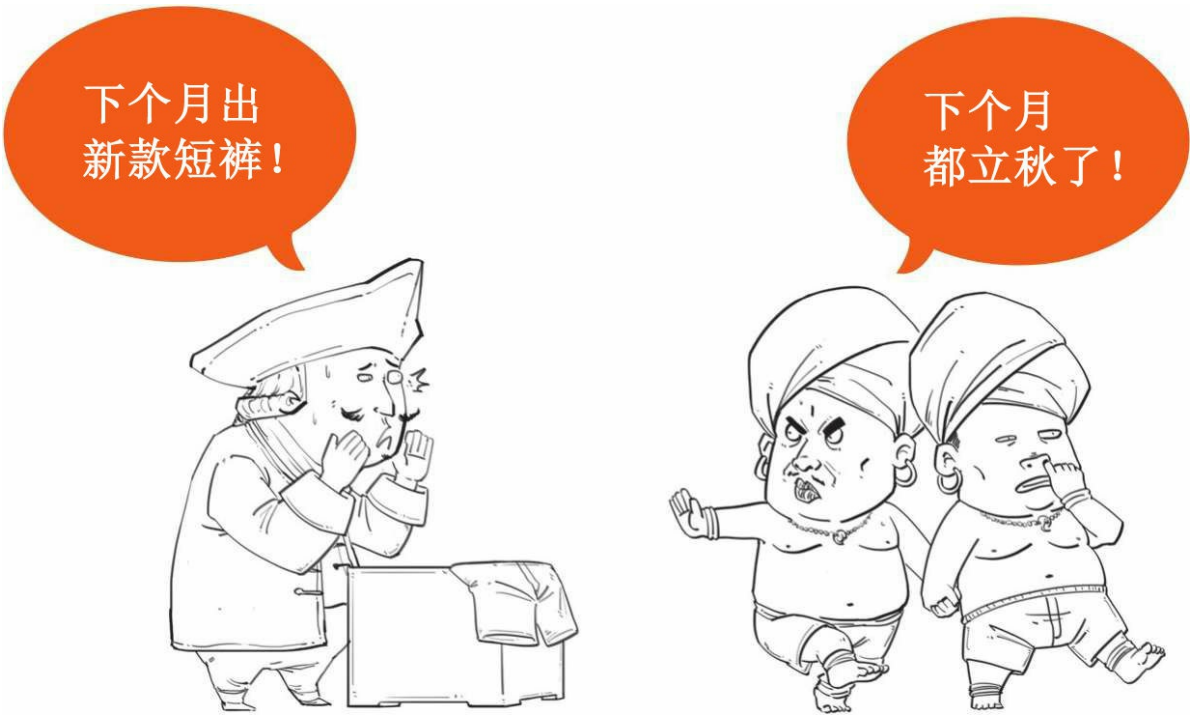
Case 2　国外市场大

在航海方面，英国属于后起之秀型，18世纪时，殖民地已遍布全球。

别人一般在殖民地打砸抢，英国不一样，除了走这些常规程序，还有一个老套路：把当地人发展成客户，疯狂卖货。

前方市场部业绩爆表，可国内生产部却没跟上。比如英国在织布方面，还得靠人工，纺纱都得一根一根纺。

一匹布出来，一个月都过去了，这种拖更式销售，明显配不上这么大的市场。



这种商业形势就好比：小龙虾上桌了，你没塑料手套；小姐姐想加你好友，你没微信号。估计商人们也蒙了。

蒙完之后，他们得出一个结论——

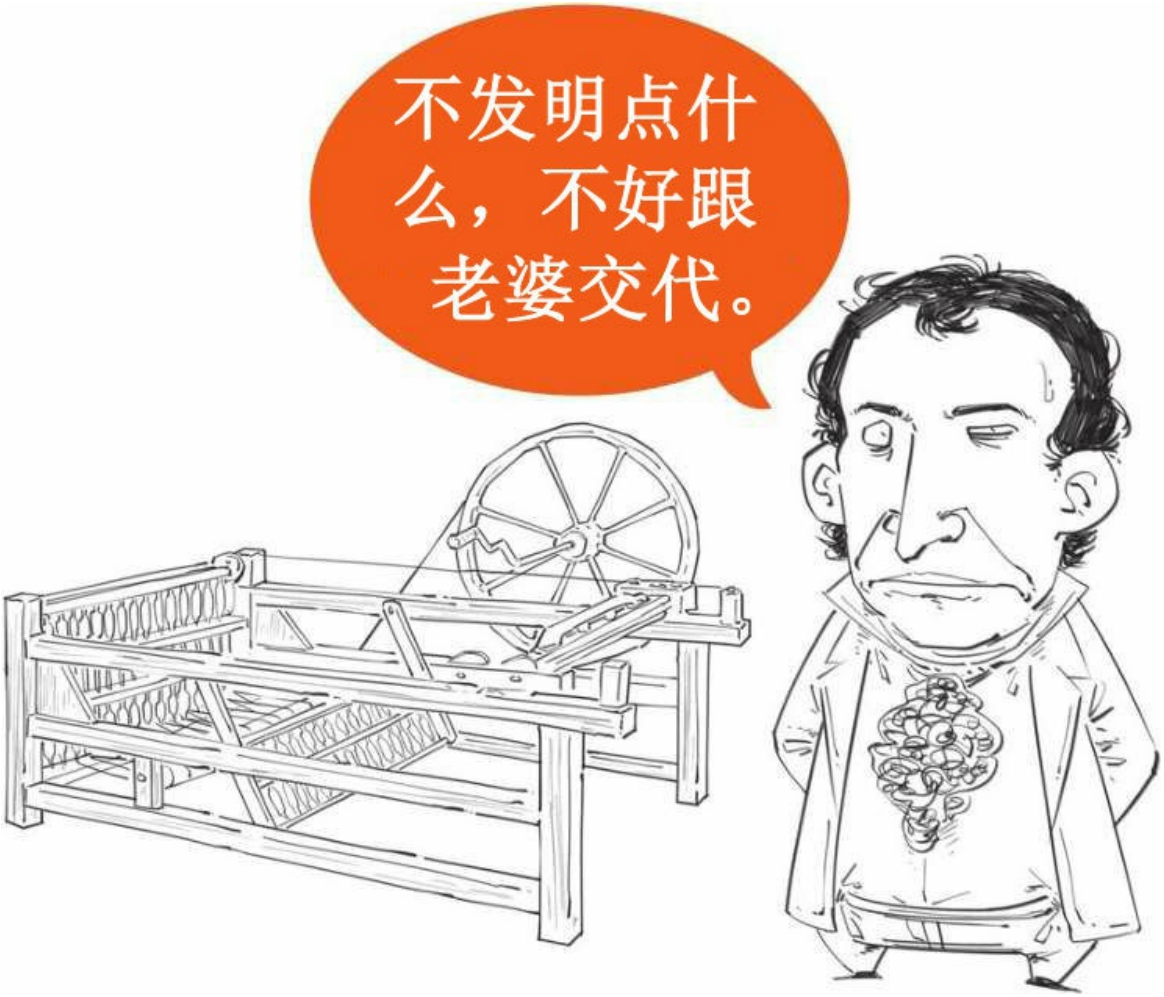
可咋发展呢？发展成啥造型呢？

Part 2　瓦特的蒸汽机

还好英国重视发明创造，简直达到了人均科学家的水平。

谁能想到，一个钟表工，不按时上钟，竟然发明了飞梭，让织布速度溜得飞起。

织布快了，大家就需要更多纱线来织布。这时有个纺织工不小心踢翻了老婆的纺纱机，突然受到启发，发明了珍妮纺纱机，大大提高了纺纱速度。

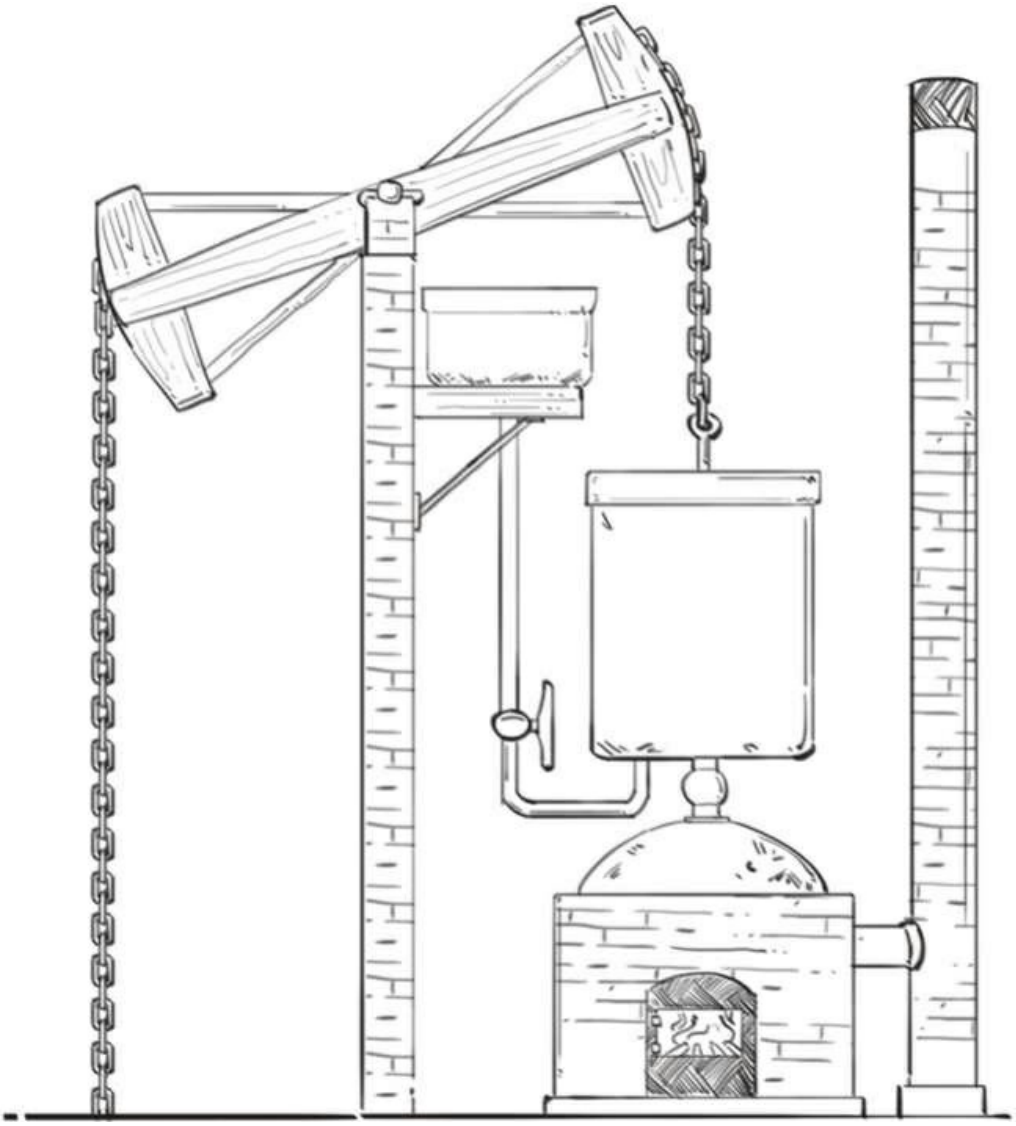


可不论工具多给劲，干活的还是人，是人就有bug：不想上班体力值有限。

这速度，远远不能满足生产。

直到有个英国铁匠纽科门出现，他不爱铁器爱蒸汽，一顿操作猛如虎，最后发明了蒸汽机，也叫——

纽科门机



STONE

当时英国矿场排水基本都用这个机器。

在这个纽科门机唧唧复唧唧的年代，那个名字里一股灯泡味的男人出生了，他就是瓦特。

说起瓦特的人生经历，那简直是励志片男主的标配。

首先，他出身不幸，本来是个小康家庭，可17岁死了娘，接着老爸生意滑坡，家道中落。

其次，他经历坎坷，到修理厂学习一年，刚想开修理店，结果被行会告知——

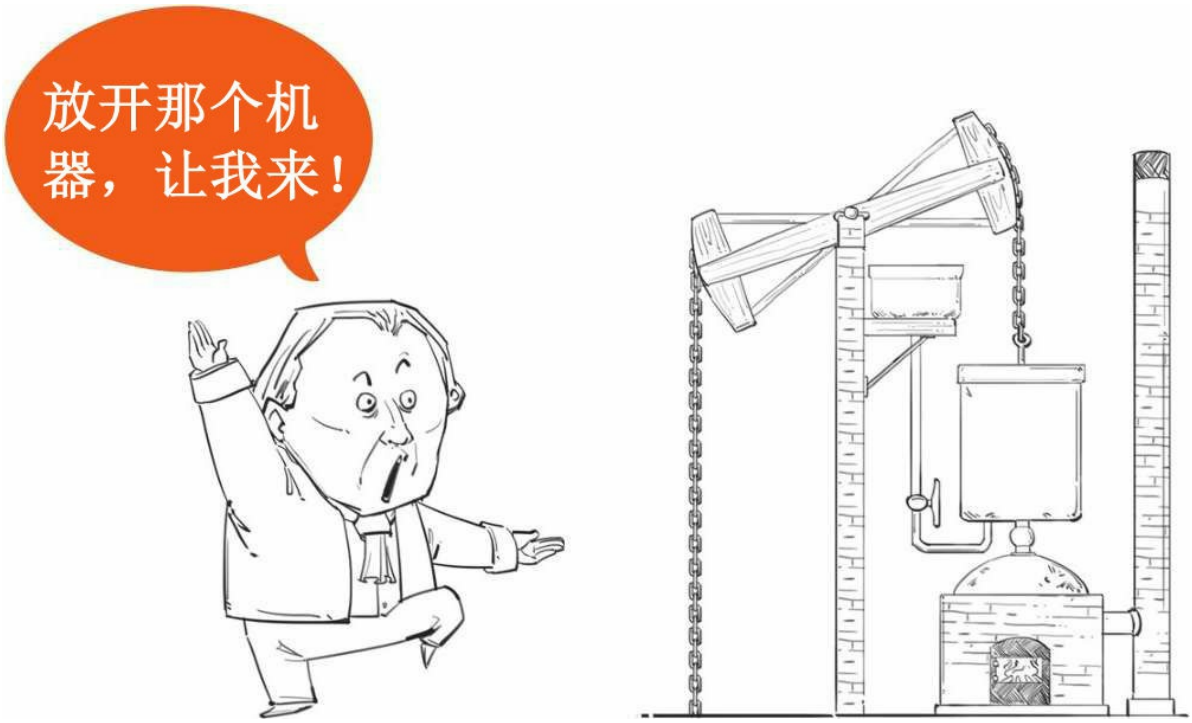
当然，成功要有贵人相助，后来一位教授出手，让他在格拉斯哥大学开修理店。

后来又受一位教授指点，瓦特开始研究蒸汽机。

但到此时为止，他连蒸汽机的面都还没见过。

他还缺一个机会。

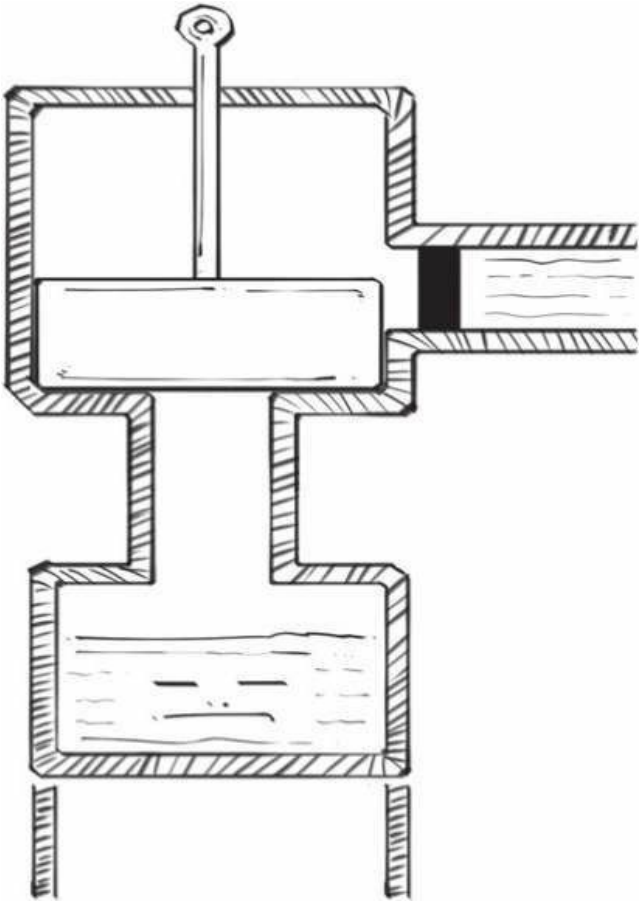
巧了，格拉斯哥大学要修一台纽科门机，瓦特趁机抢着修理，见到了命中的神器，迎来了人生的转折!



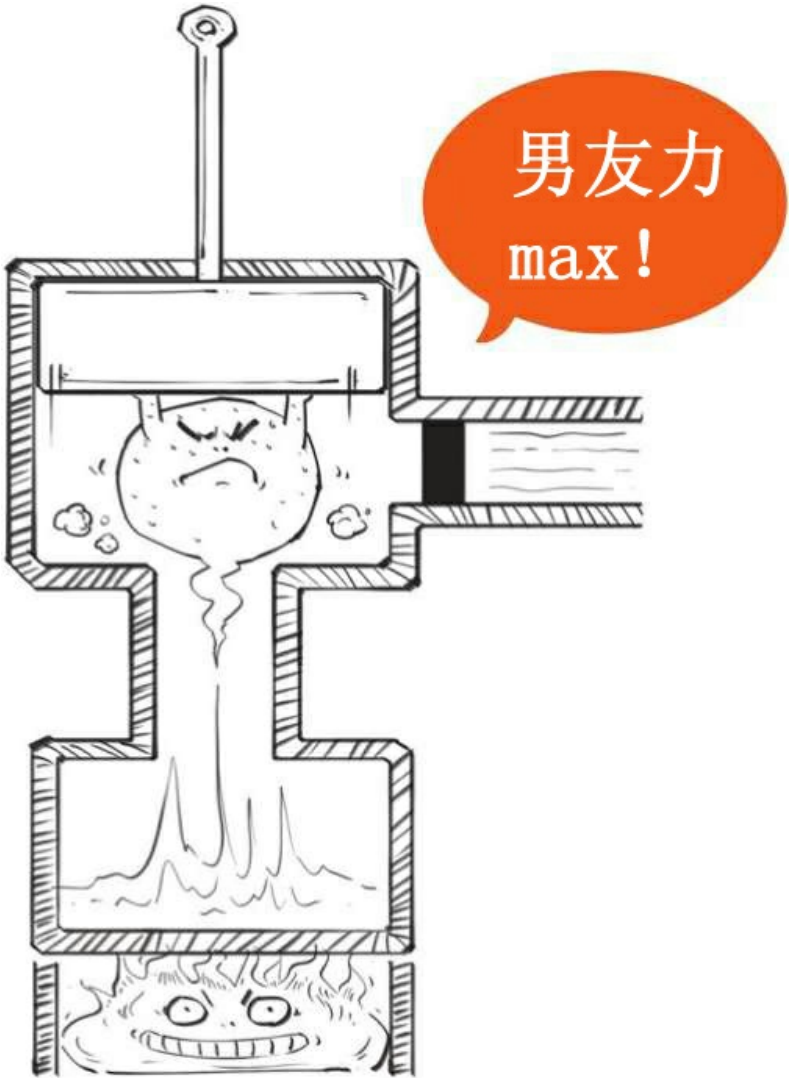
这一刻，仿佛关羽遇见青龙刀，林冲上了山神庙，孙悟空辞了弼马温。

之后瓦特研究了纽科门机的原理。实际有点复杂，咱简化一下，大概是下面这样：

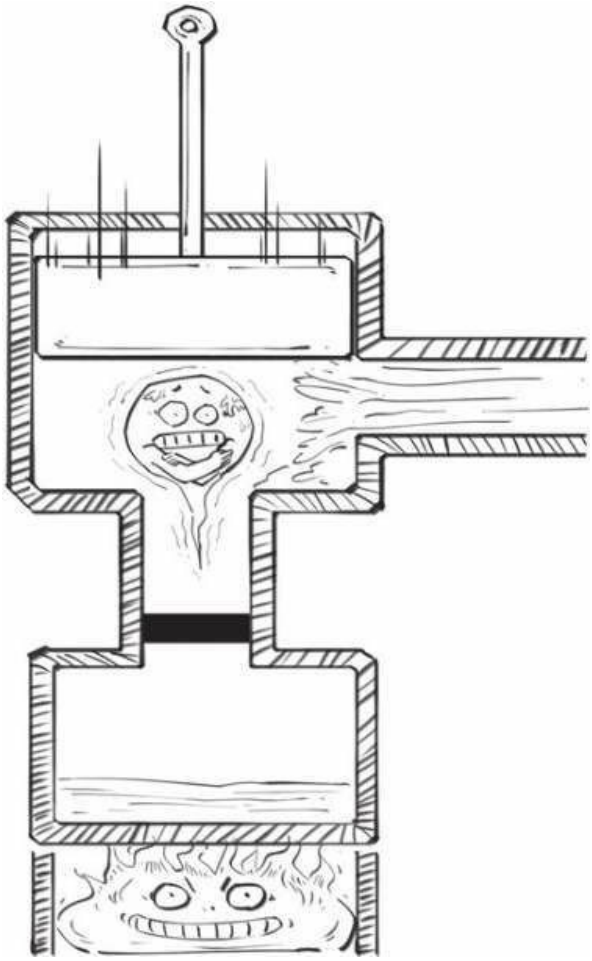
开始汽缸下有些水，平时不动，稳如死狗。



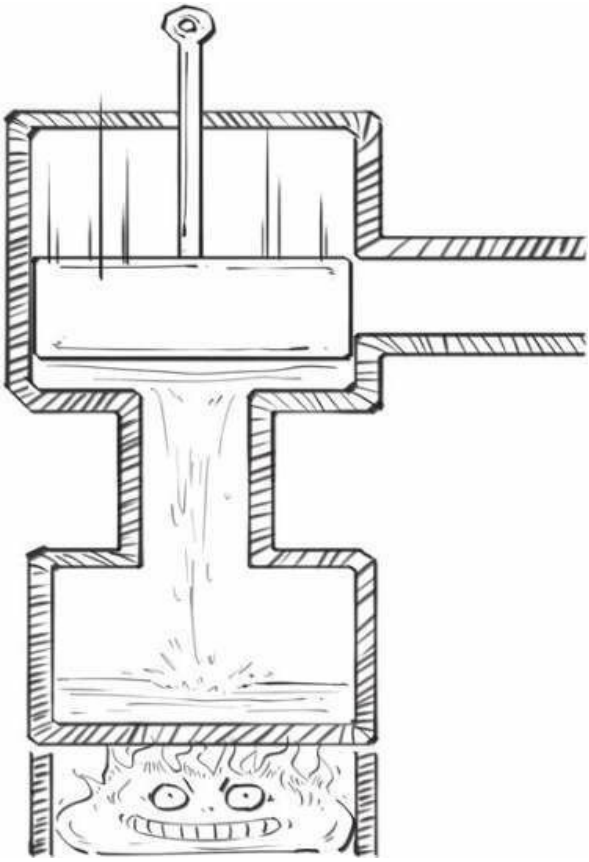
一碰到精神小火，水就会化身蒸汽，向上顶活塞。



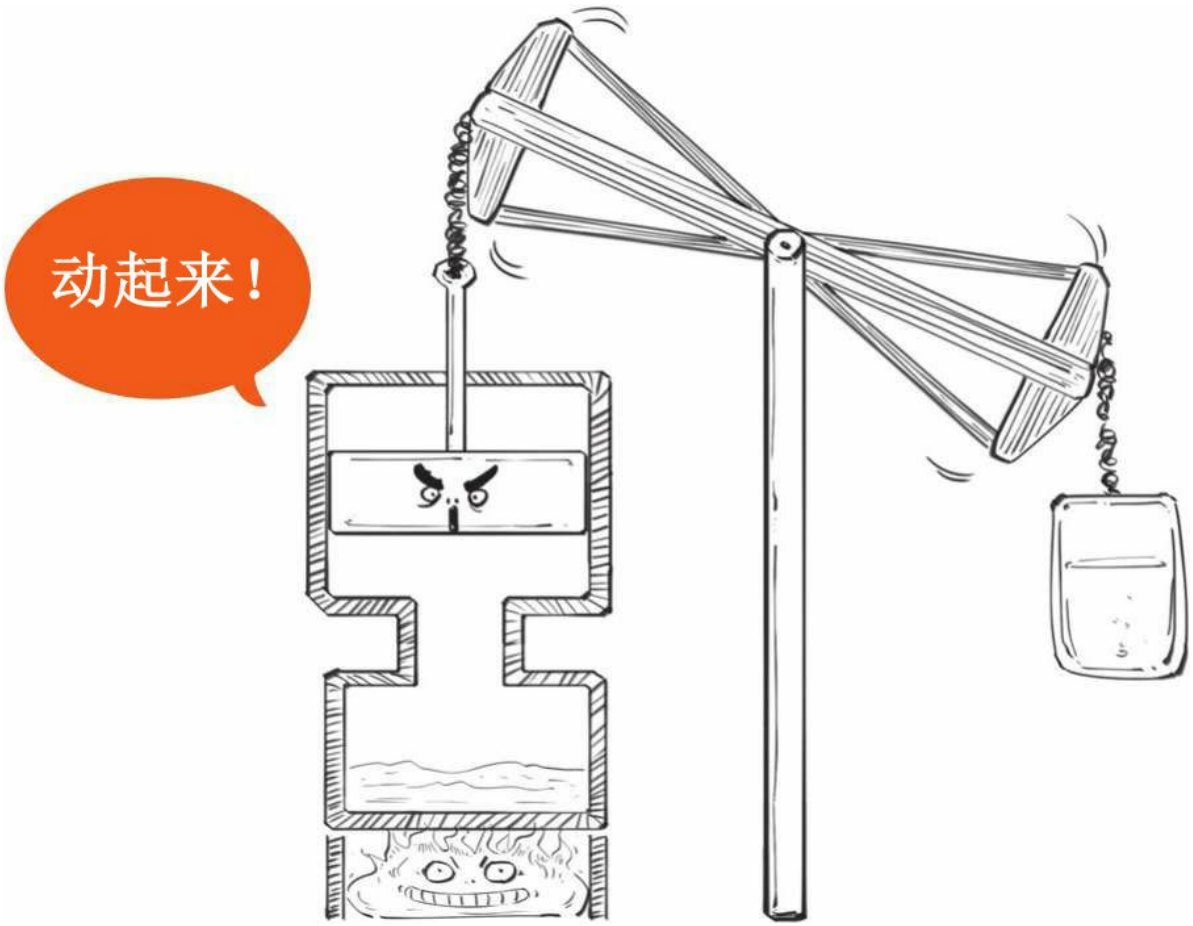
再泼冷水，蒸汽一激灵，虚成水货，活塞下移。



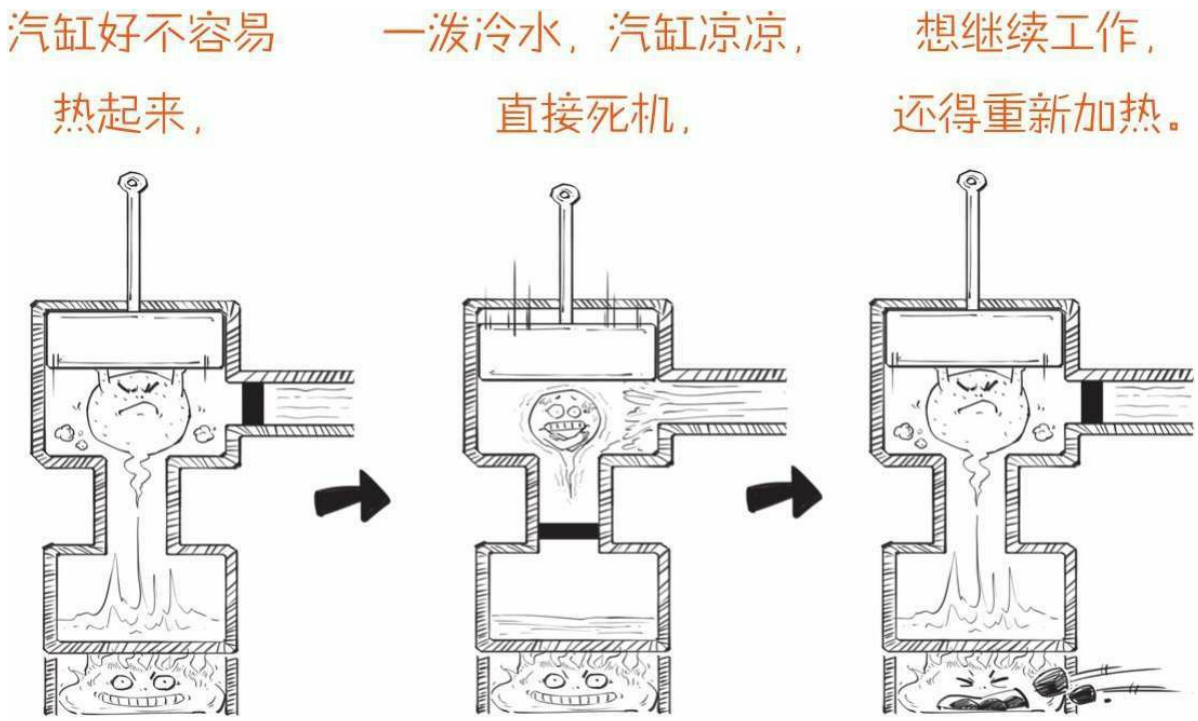
这时汽缸凉了，排水到下面。



这几个步骤一循环，再给活塞头上扯个棒子，就能干活。



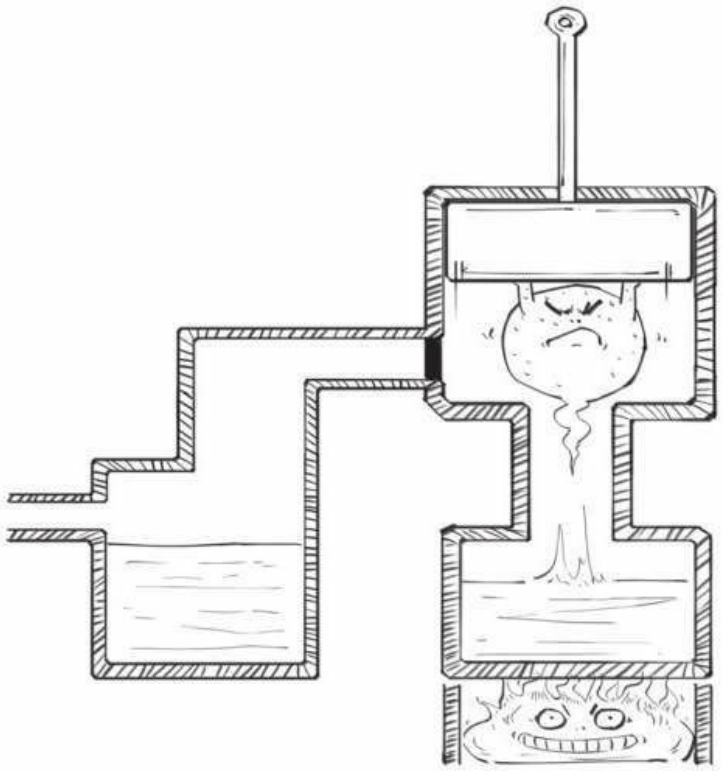
但瓦特发现这套程序有bug：



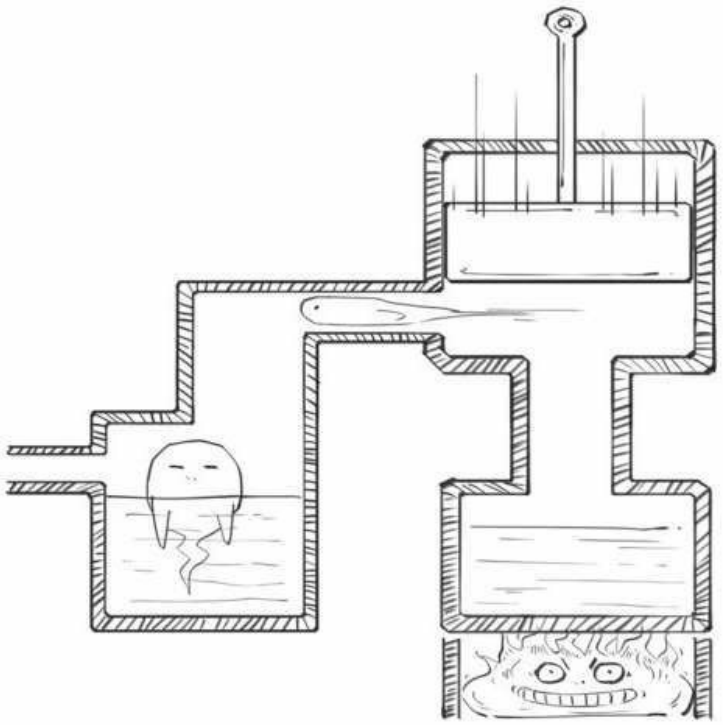
浪费时间，浪费煤炭。

如果能让汽缸一直热、一直工作，生产力不就哇哇上去了吗？于是瓦特下手一顿操作，给蒸汽机来了个变形记。

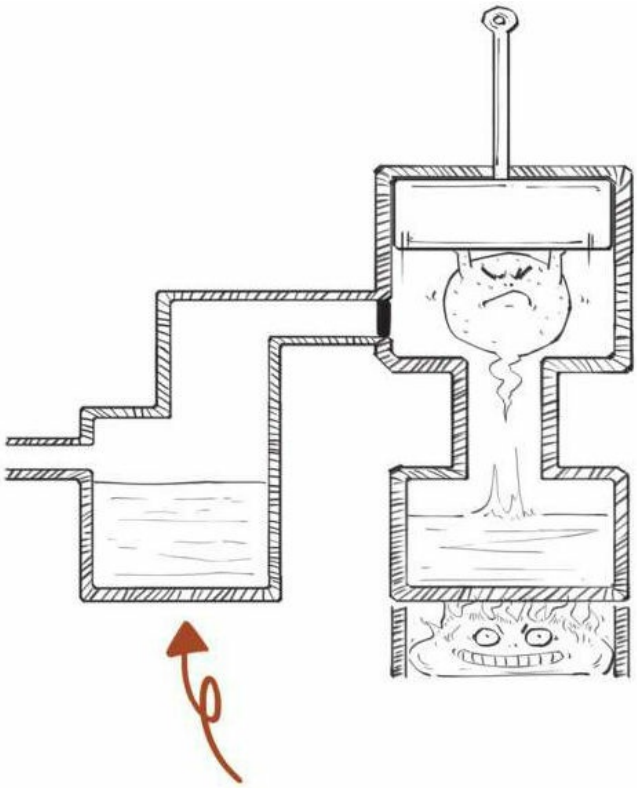
加热时蒸汽上顶，没毛病。



然后蒸汽被吸出来，实现缸外冷却。



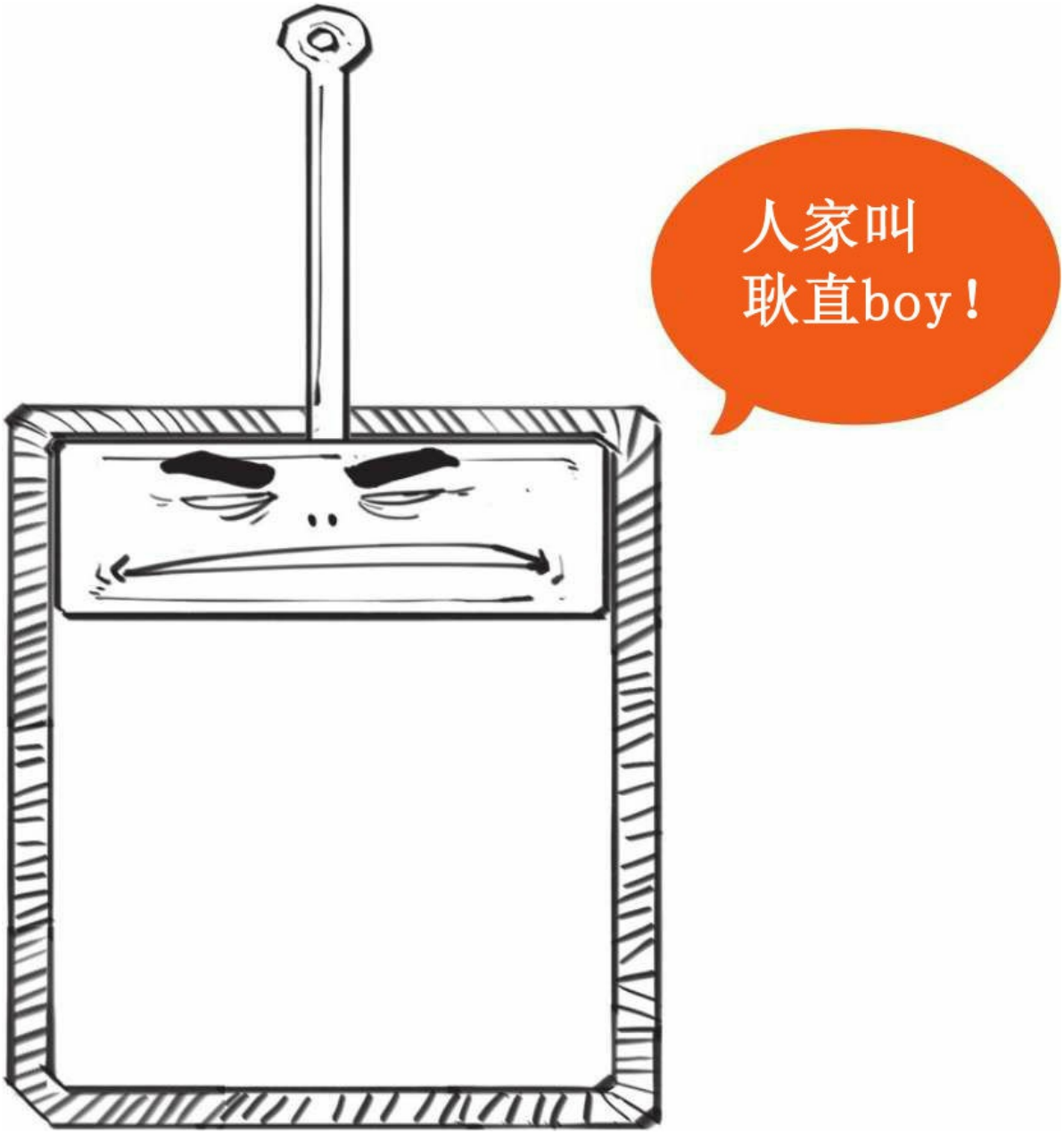
趁汽缸还热，小火继续，又是一波新蒸汽。



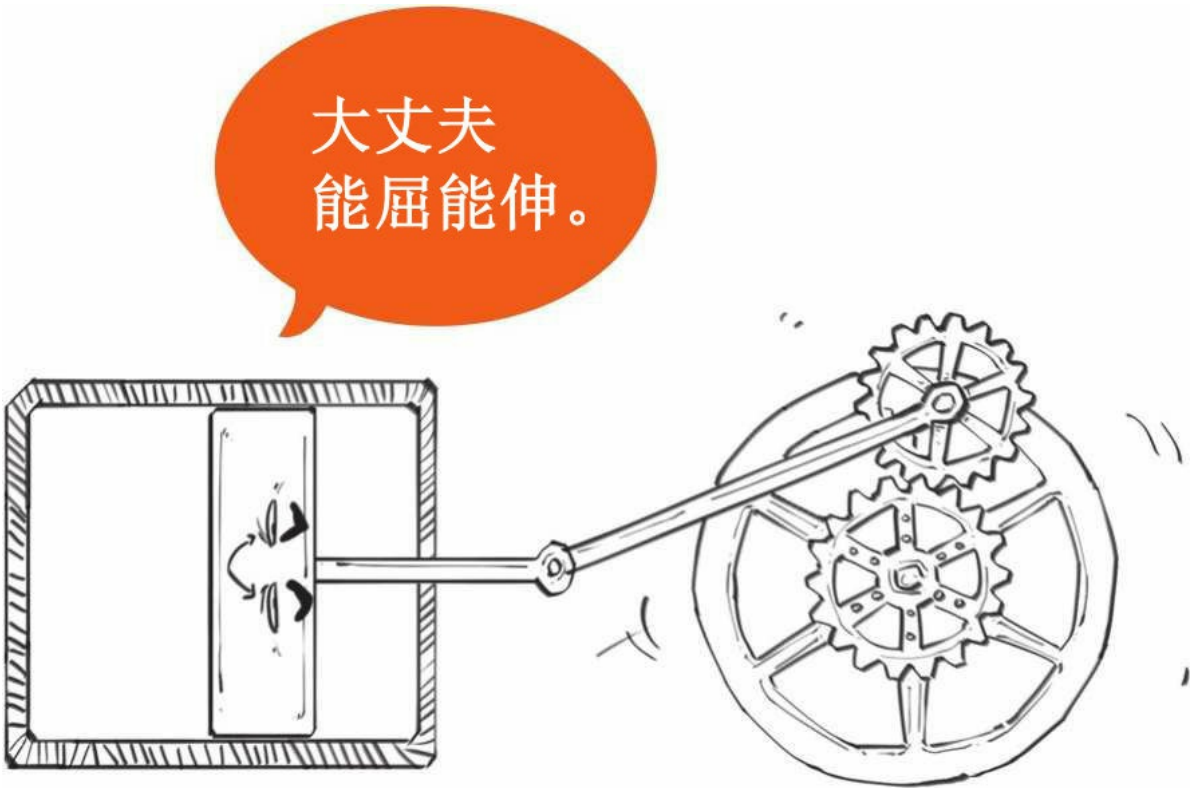
这个新加的装置，叫**冷凝器**。这下蒸汽机既能连续工作，还省煤。

冷凝器的发明大大减少了热量损耗，可将蒸汽机的效率提高3倍，是瓦特的第一项专利。

但当时的蒸汽机太像钢铁直男，只能直上直下，不懂曲线美。

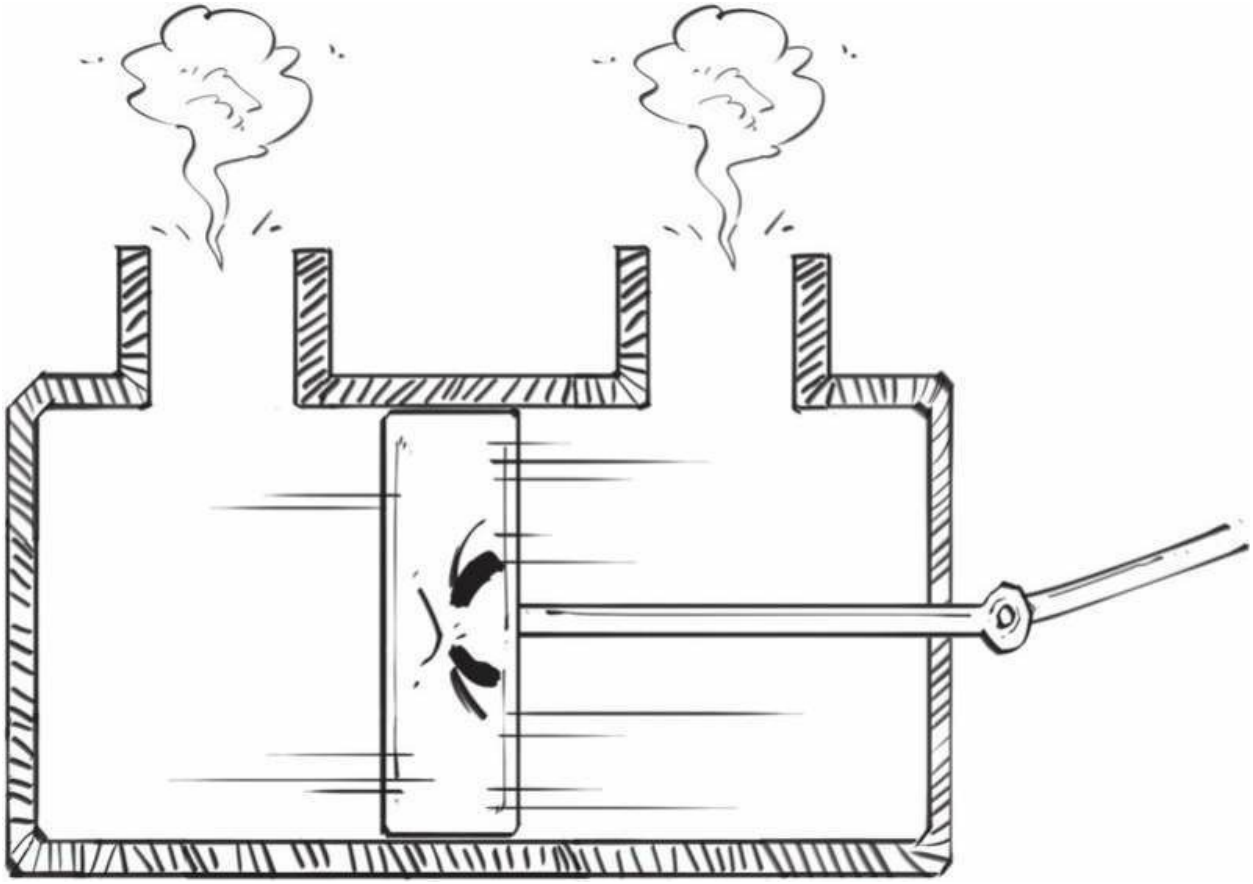


于是瓦特又进行了花式改造。先是发明了曲柄齿轮传动系统，使直来直去的活塞可以做旋转运动。



蒸汽机连上齿轮，慢慢升级成了以后的动力机。

接着，他又发明了平行四连杆机构。你不用知道太细，反正就是它能让活塞来回动，一缸变两缸，效率翻倍。



另外别忘了，每个励志男主最重要的一点是，有一句人生格言。

光改进蒸汽机不算完，瓦特还增加了离心式调速器，发明了三连杆组、气压示工器，等等。所以瓦特的人生格言就像他的蒸汽机，那就是——

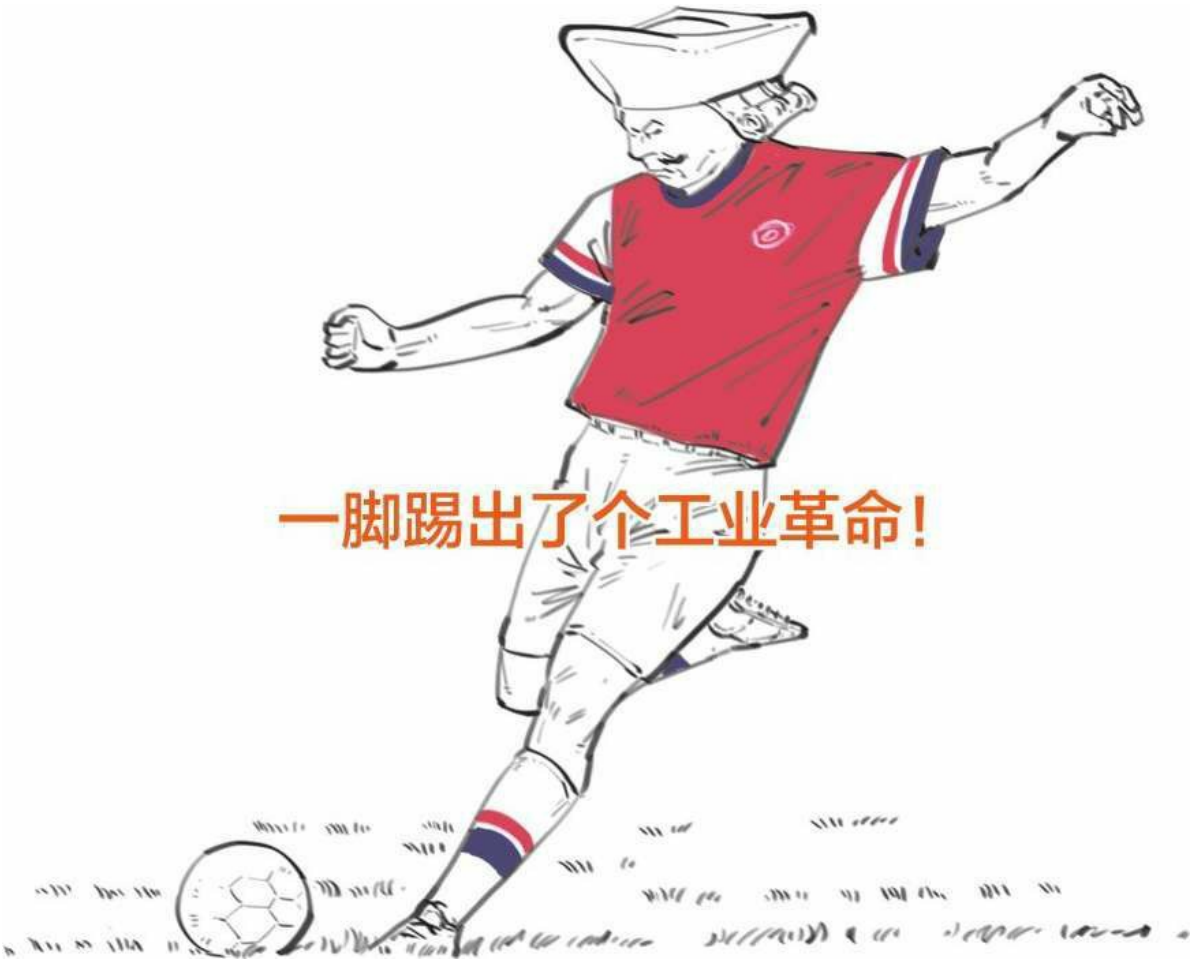
这套组合拳下来，瓦特蒸汽机的效率变成了纽科门机的5倍，生产力哇哇高。

此后，瓦特的蒸汽机爆火，被安排得到处都是，比如：

他专利拿到手软，票子兜里揣满，至此，瓦特完成了人生的逆袭。

一般剧情到这儿就happy ending了，但要成为真正的大男主，他还要改变世界。

瓦特用蒸汽机满满的动力——



从此人类进入了机器代替人力的时代。

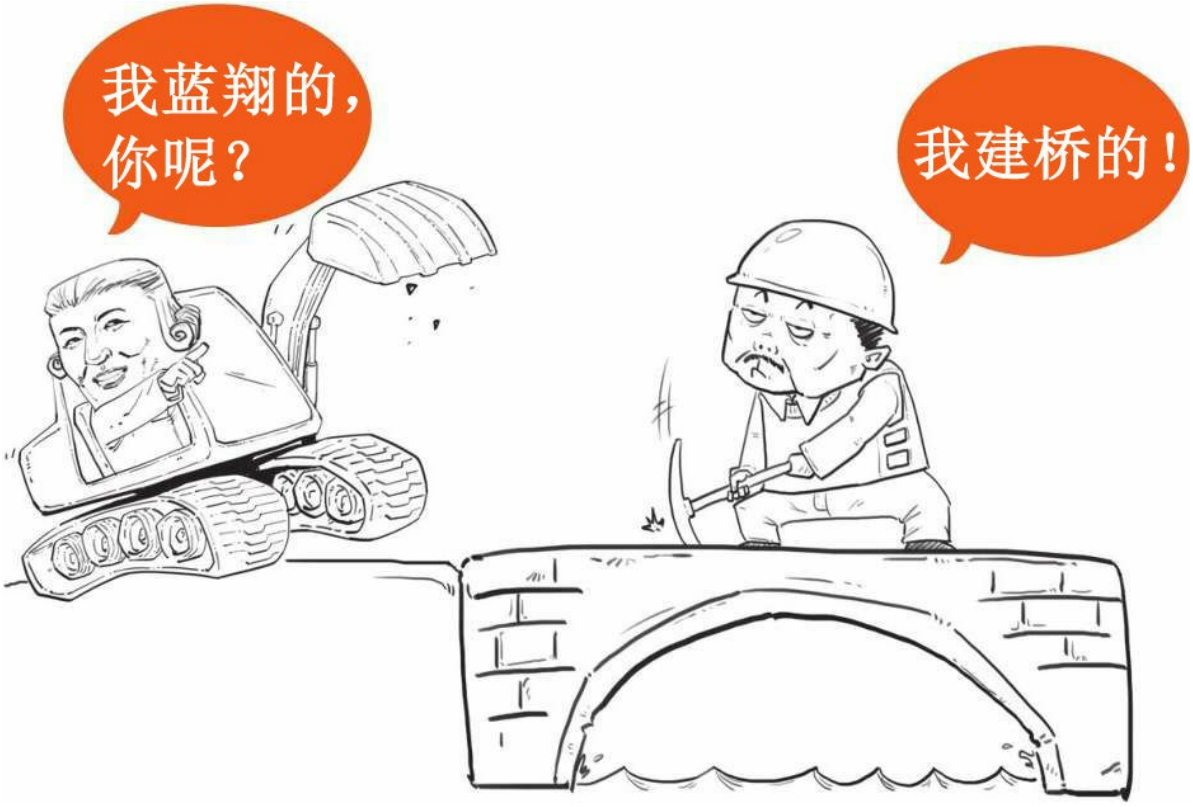
当然，第一次工业革命不只是蒸汽机，侃大山的时候，你只会聊蒸汽机怎么行？

那么，接下来就让我们捋一捋——

Part 3　第一次工业革命还有啥

Case 1　其他准备

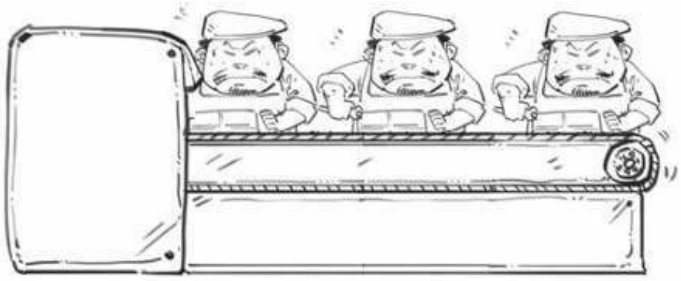
蒸汽机出现前后，英国到处都在为工业革命做准备，比如大搞基建，到处修运河公路。



比如工厂管理优化、生产方式改变：

以前乱得乌七八糟，

现在整整齐齐。



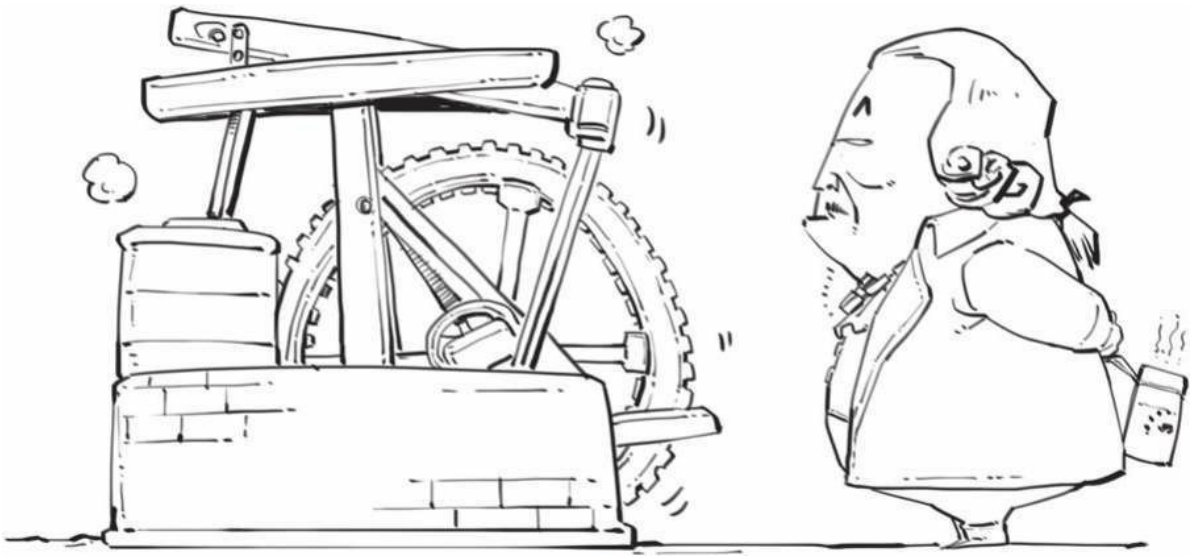
Case 2　科学影响

工业革命不只是往厂里放几台机器，关键生产东西多了，大家手里有钱，生活好，也乐意生娃。

根据统计，世界人口在工业革命后暴涨了一波。

总的来说，那些参与工业革命的人，有钟表工、纺织工、铁匠、修理工等，虽然他们不是科学家，但他们用行动向世界证明了——

科技的力量!



之后更多人投入科学研究中，带动了各行各业的快速发展，就有了我们前面讲的物理、化学、生物等学科的发展。

现在你们懂了吧，科学和实践是好哥儿俩，谁也离不了谁。至于它们又为这世界贡献了什么——

我们下本书揭晓。

参考书目

[1]徐建中,马海云.化学简史[M].北京:科学出版社,2019

[2]J. R.柏廷顿.化学简史[M].北京:中国人民大学出版社,2010

[3]广田襄.现代化学史[M].北京:化学工业出版社,2019.

[4]赵峥.探求宇宙的秘密[M].北京:北京师范大学出版社,2013

[5]王竹溪.热力学[M].北京:北京大学出版社,2005

[6]邱为刚.奇妙的物理世界[M].北京:清华大学出版社,2016

[7]汪志诚.热力学与统计物理[M].北京:北京高等教育出版社,2013

[8]吴国盛.科学的历程[M].长沙:湖南科学技术出版社,2018

[9]迟红刚,徐飞.瓦特蒸汽机技术创新的社会视角分析[J].科学与社会,2015

[10] 爱德华·多尼克.机械宇宙:艾萨克·牛顿、皇家学会与现代世界的诞生[M].北京:社会科学文献出版社,2016

[11]赵林.西方文化概论[M]. 北京:高等教育出版社,2008

[12]江晓原.科学史十五讲(第二版)[M].北京:北京大学出版社,2016

[13]吴军.全球科技通史[M]. 北京:中信出版社,2019

[14]洛伊斯·N·玛格纳.生命科学史[M] .上海:上海人民出版社,2018

[15]W.C.丹皮尔.科学史[M]. 北京:中国人民大学出版社,2010

半小时
漫画科学史3

陈磊 · 半小时漫画团队 著

文匯出版社

图书在版编目（CIP）数据

半小时漫画科学史. 3 / 陈磊·半小时漫画团队著
. -- 上海 : 文汇出版社, 2021.6
ISBN 978-7-5496-3521-4

Ⅰ. ①半… Ⅱ. ①陈… Ⅲ. ①自然科学史－世界－普及读物 Ⅳ. ①N091-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第072850号

半小时漫画科学史. 3

作　　者 / 陈磊·半小时漫画团队

责任编辑 / 若　晨
特邀编辑 / 肖　飒　　李晓兴
封面装帧 / 汪芝灵

出版发行 / 文匯出版社
上海市威海路 755 号
（邮政编码 200041）
经　　销 / 全国新华书店
印刷装订 / 北京中科印刷有限公司
版　　次 / 2021 年 6 月第 1 版
印　　次 / 2021 年 6 月第 1 次印刷
开　　本 / 880mm × 1230mm　1/32
字　　数 / 40 千字
印　　张 / 9

ISBN 978-7-5496-3521-4
定　　价 / 45.00元

侵权必究
装订质量问题，请致电010-87681002（免费更换，邮寄到付）

陈磊 · 半小时漫画团队介绍

总策划：陈磊

李翔

蒙古王

吴钟铭

理性乐观派

焦旭

闷骚领域先锋

张琦琦

七宝不是八宝

李建红

睡不饱的小仙女

杨继磊

终极非专业画手

张华

绍兴爱因斯坦

朴泽星

朝鲜飞行员

颜紫霞

荆楚理科女

赵瑞丽

无情洗碗机

于岩

能写能画能打全能选手

宋昊达

混知武力值巅峰

潘阔

铁岭潘安

宋淑宁

直击灵魂的画手

季志明

向往自然科学的画师

唐宇翔

爱好历史的游戏迷

徐雷凤

七宝池中妙晓莲

目录

一、不懂舔狗，谈什么电磁学

二、电磁江湖

三、经典物理的两朵乌云

四、极简爱因斯坦传

五、容易到抠脚的相对论

六、量子力学前传

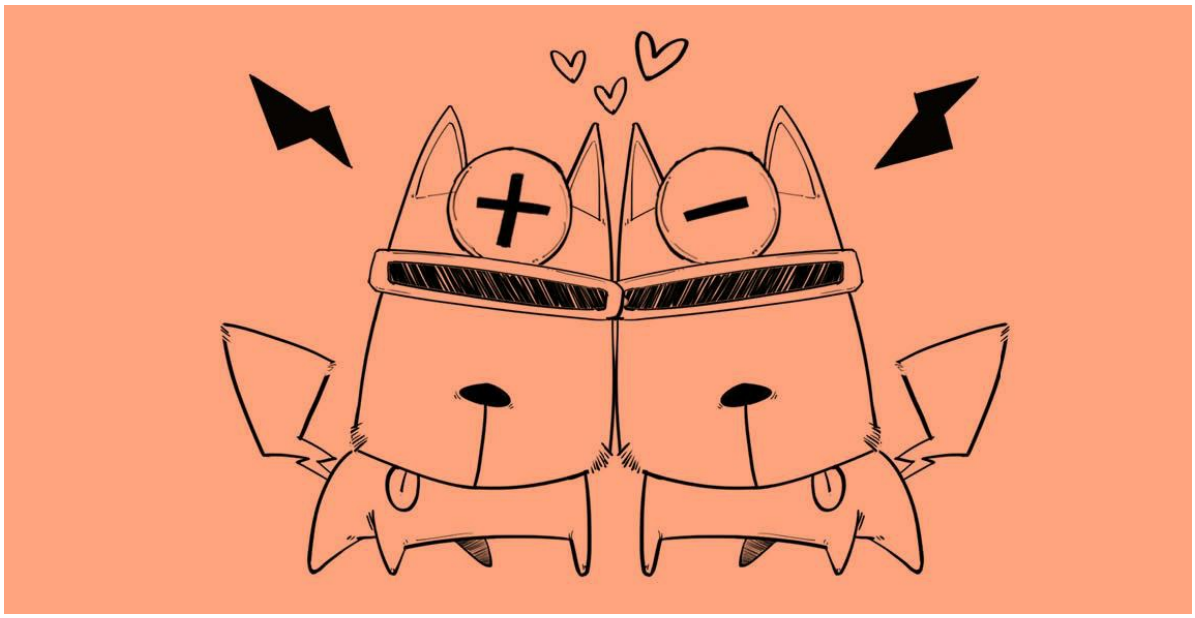
七、量子力学正传

番外一、基因的发现，就像一出捉妖记!

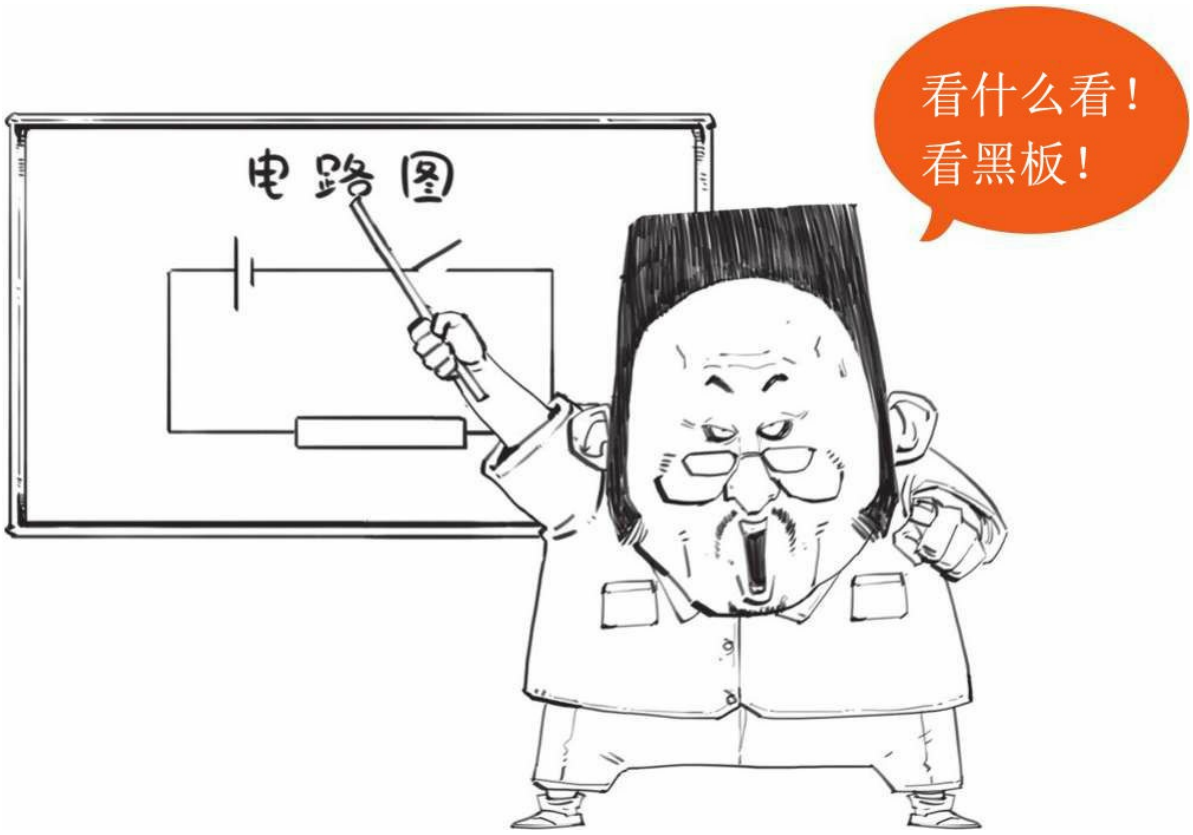
番外二、无菌术？这是一个寻找凶手的故事!

参考书目

一、不懂舔狗，谈什么电磁学



如果你经历过九年义务教育，那一定被这张图深深地伤害过：



电流、电压、电阻……每个电字辈的脚下，都倒着无数亡魂。

而这本书的开篇，混子哥就来扒一扒，这些惨案背后的始作俑者们。

这出好戏还得从两千五百年前说起。

序幕：电的发现

话说很久以前，科学发现纯靠人眼识别。有一天，泰勒斯一时手痒，拿着琥珀与皮毛摩擦。

泰勒斯

古希腊哲学家，被称为科学的祖师爷。

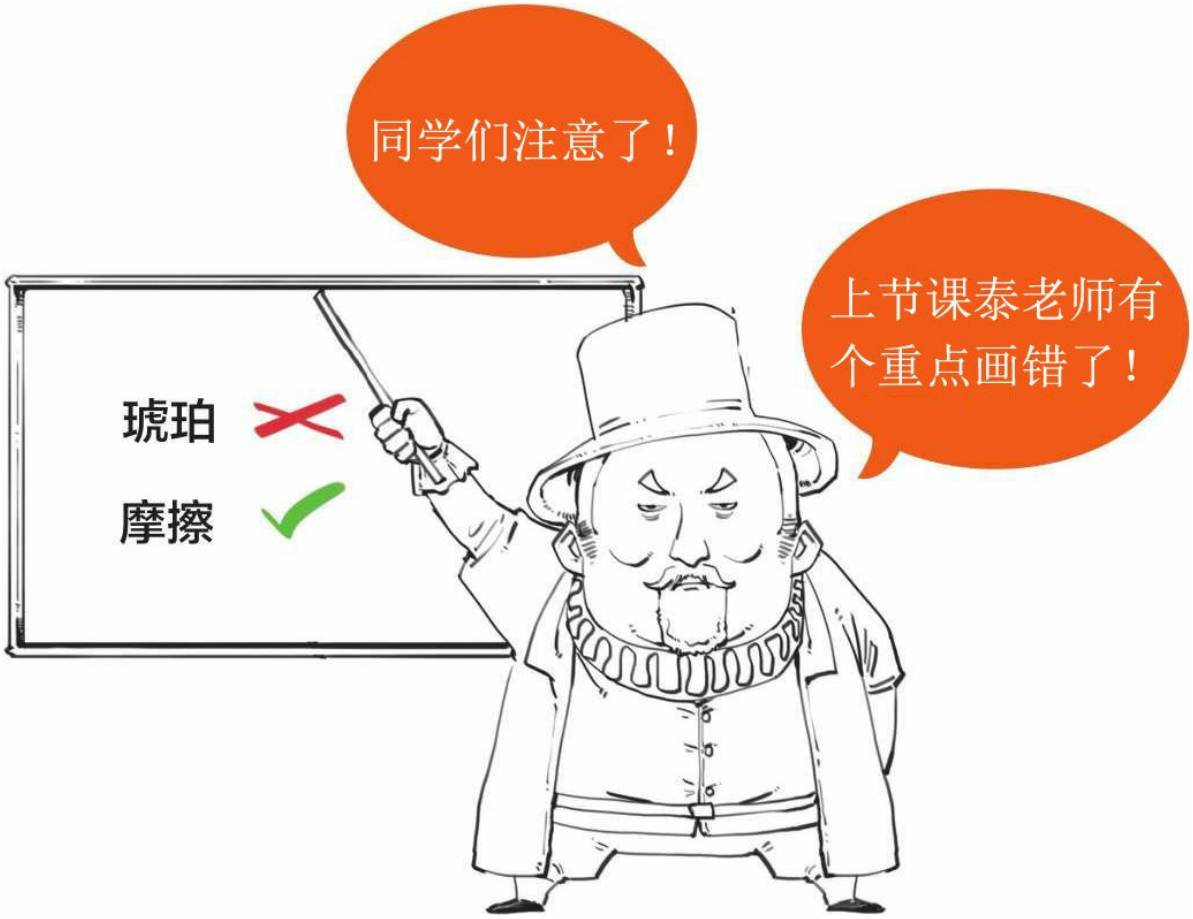
结果他发现这种半透明的小石头，居然产生了吸引轻小物体的魔力。

面对这个现象，老泰开始怀疑人生，但始终没整明白其中的原理。

直到16世纪，一个不务正业的英国医生吉尔伯特突然发现：

琥珀和皮毛摩擦生电，关键词不是琥珀!

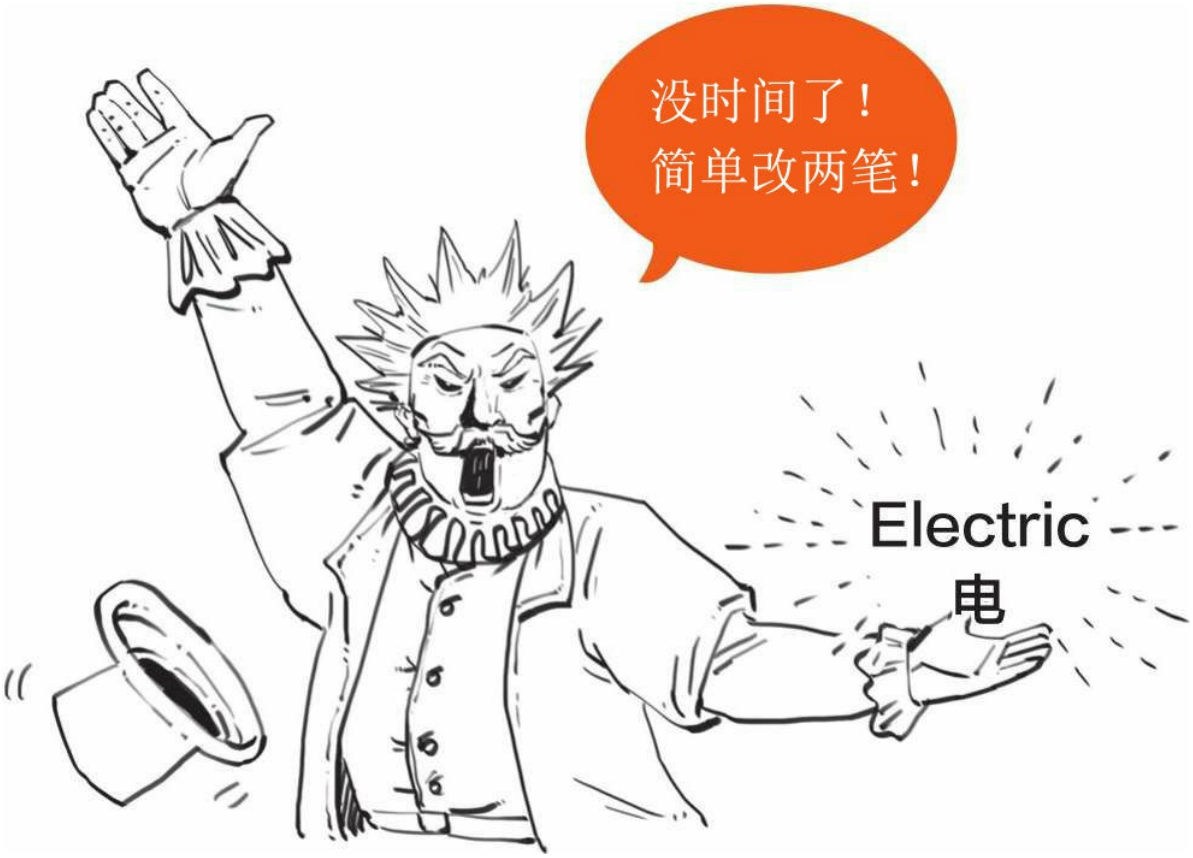
是摩擦!



他做了些实验，发现不只琥珀，其他玩意儿也能摩擦生电。

比如石头界的颜值担当——水晶。

于是为了加以区别，吉尔伯特就在原先的基础上，给这个现象起了个正经名字。

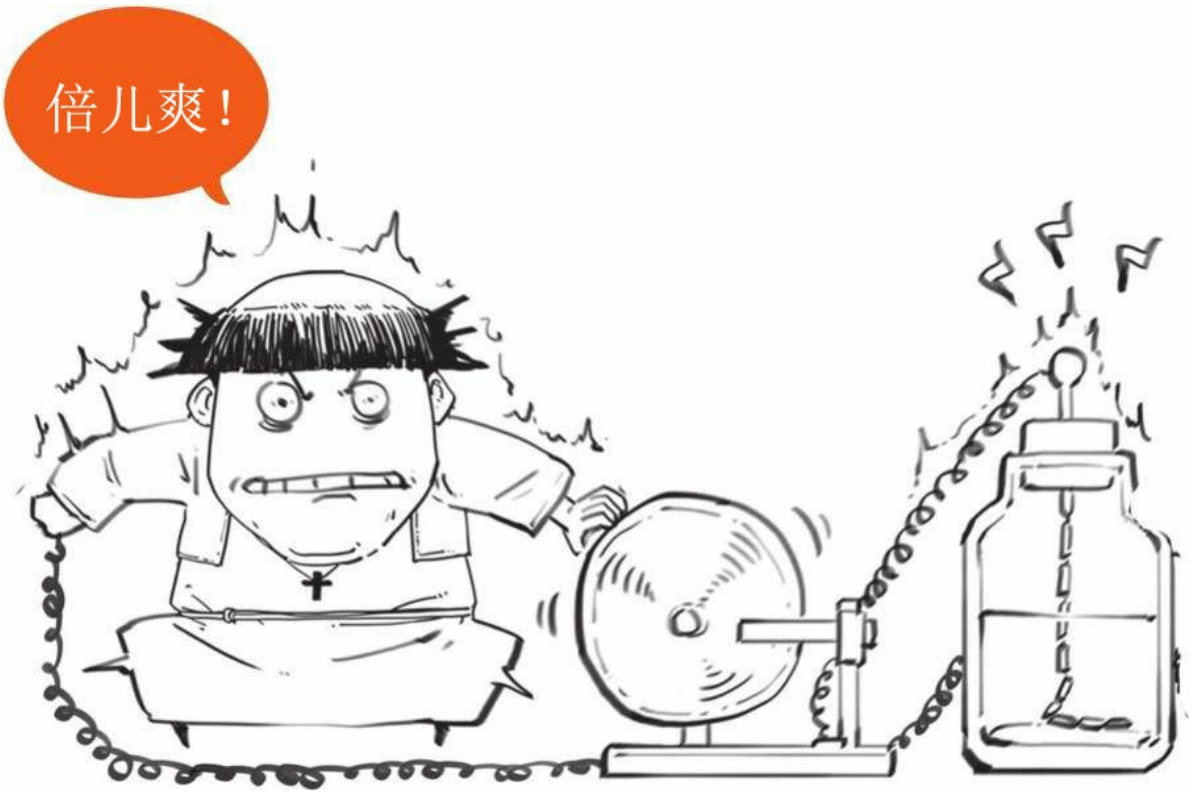


从此，电学研究成了热门话题榜的常客。各路名人都纷纷开始追热点。

比如，德国马德堡的市长盖里克，就发明了一台摩擦起电机。

这也是人力发电的处女秀，堪称人工智能的鼻祖。

又比如，荷兰莱顿城的某个实验室，发明了一种可以储存电的装置，这就是大名鼎鼎的莱顿瓶。



不过这些发现只是让电现象的研究变得更方便。另一个问题才真正直击大伙儿的灵魂深处：

当你搞懂电的本质，就会发现发电这事儿：

光有爱情还不够，

关键得会当舔狗。

第一幕　电的本质之静电与电流

话说大伙儿知道摩擦能生电后，逮着东西，不管三七二十一，就是一顿摩擦。

正当所有人都感叹这神奇“摩法”的时候，有个英国匠人，却发现了另一个奇怪的现象：

电不仅会产生，还会传导！

斯蒂芬·格雷

英国发明家，晚年闲得无聊，专门研究电，发现了电传导现象。

简单解释一下电传导：就是带电的物体，通过中介，把电传给另一个物体。

这样即使不摩擦，原本不带电的物体也有了吸引力。

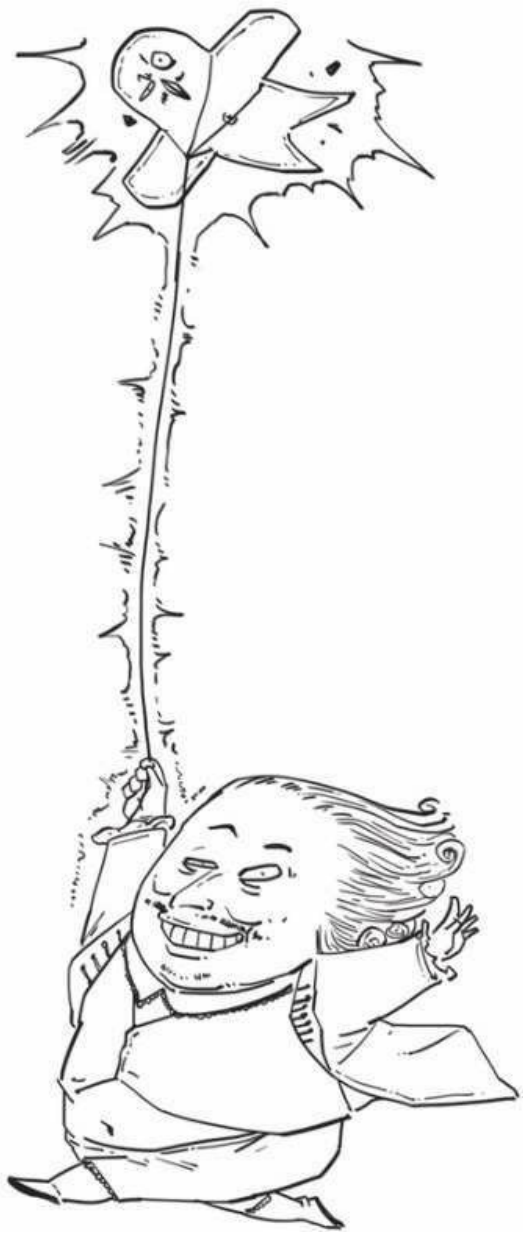
那些立场不坚定，给电就传电的物体，我们就称之为导体；

而那些不易传导，半天打不出一个屁的物体，我们称之为绝缘体。

为此，格雷还做过一个实验：把小孩吊在空中，用摩擦过的带电玻璃棒接触小孩，发现小孩的身体也能吸引羽毛。

格雷就用这种丧心病狂的方式，证明了人也是导体。

而又过了几十年，在大洋彼岸的美国有个中二大叔，根据电传导现象，做了个大胆的预测。



本杰明·富兰克林

美国物理学家，专业建国，业余搞学术，兴趣爱好是放风筝。

富建国放风筝这事儿大家都熟，但老实讲没啥依据。不过认为天上打雷和摩擦生电是一回事儿的，他倒是头一个。

关于电的传导，建国同志是这么想的：

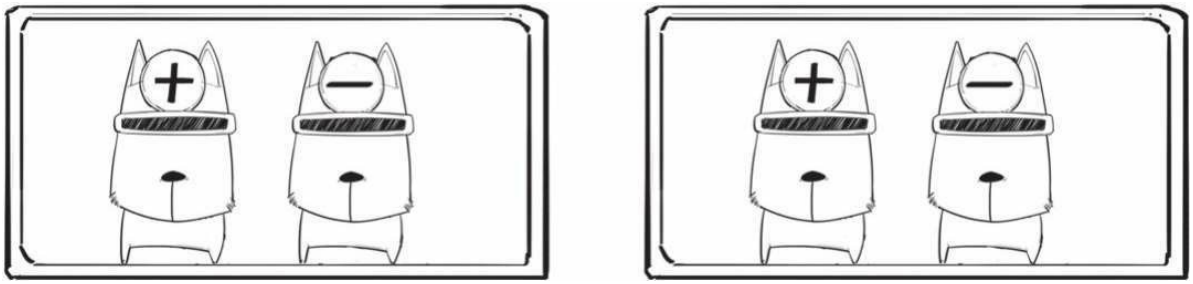
既然电可以产生，也可以转移，那——

后来咱们知道，他指的这个东西，就是电荷。

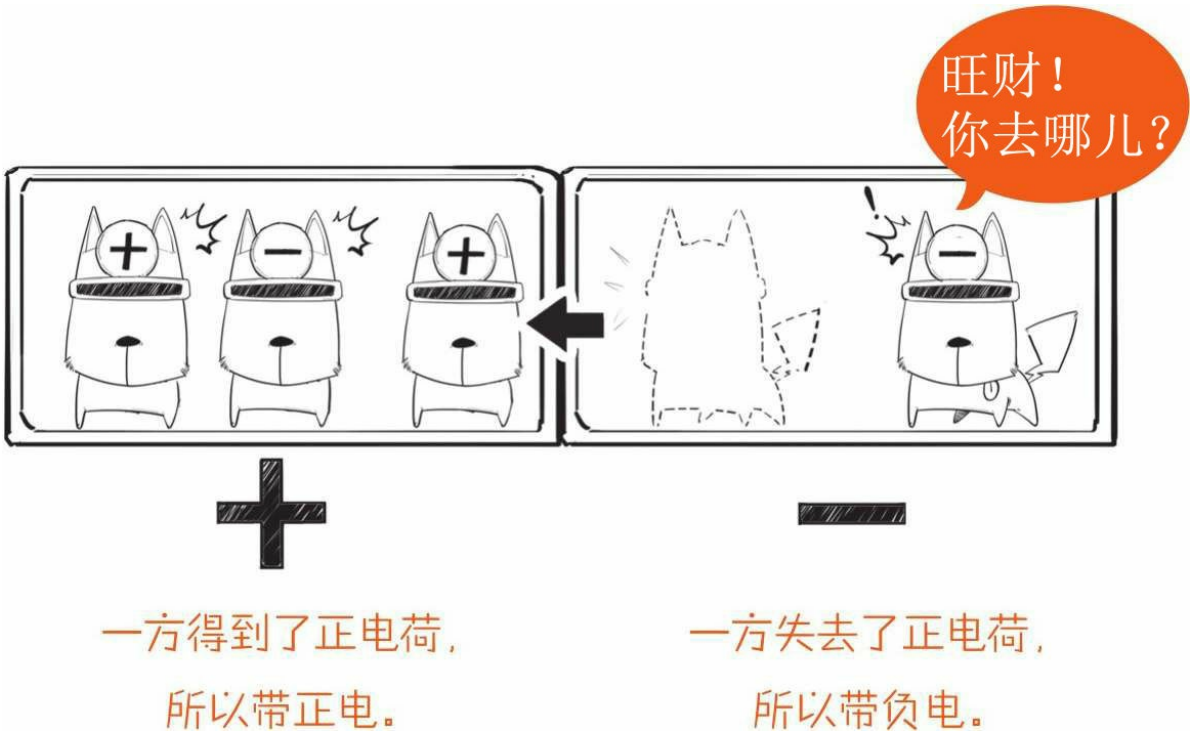
咱们虽然把电荷画成狗，但人家并不是单身狗。

富兰克林是这么解释的：

原本不带电的物体里正负电荷数量相等，维持着平衡。

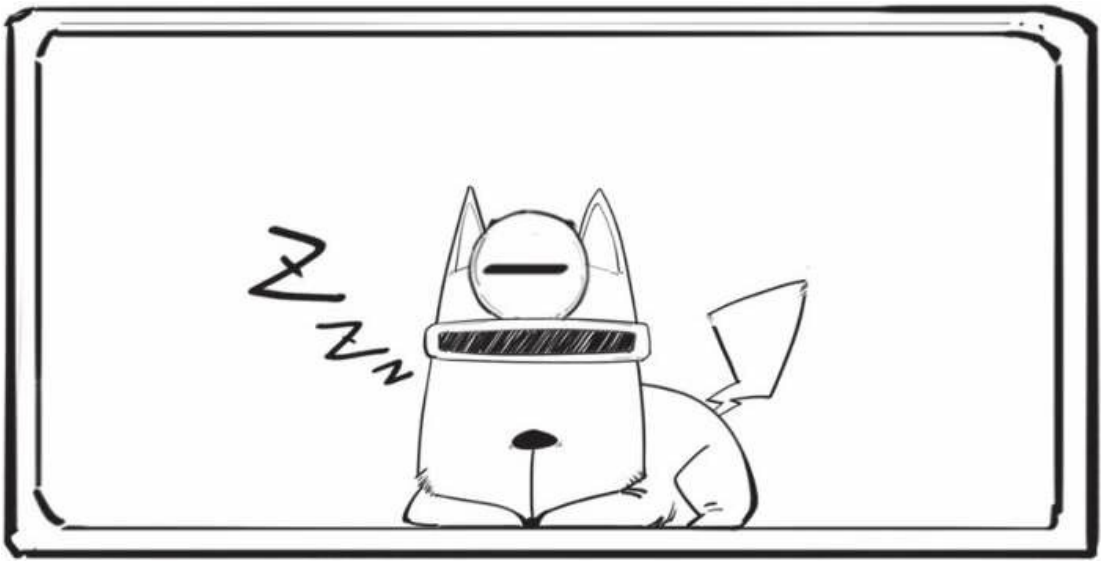


但是在摩擦的时候，电荷发生了转移。



这与咱们现在认为的“两个物体摩擦时，容易移动的是带负电的电子”这一看法恰恰相反。

这种转移后，电赖着不动了，就叫静电。



除此之外，前面说了，电还会在导体里传导，富建国为这个现象取了个好名字。

当然现在对于电流，有了一个更专业的定义：

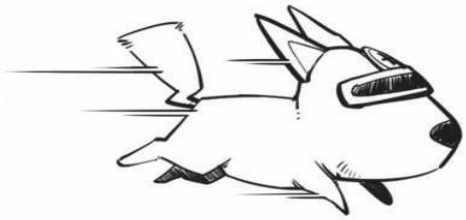
电荷的定向移动就是电流。

总结一下，咱们平时常说的静电和电流，其实就是电荷的两种状态：

静电

静如死狗

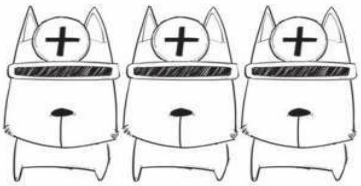
电流



动如疯狗

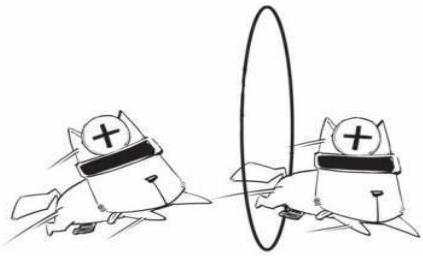
富大叔的推论，让大家了解了电荷的个性，
接下来的两个大神，就分别给静电和电流定了量。

电荷量大小



有多少电荷

电流强度



单位时间内有多少电荷
经过导体任一截面

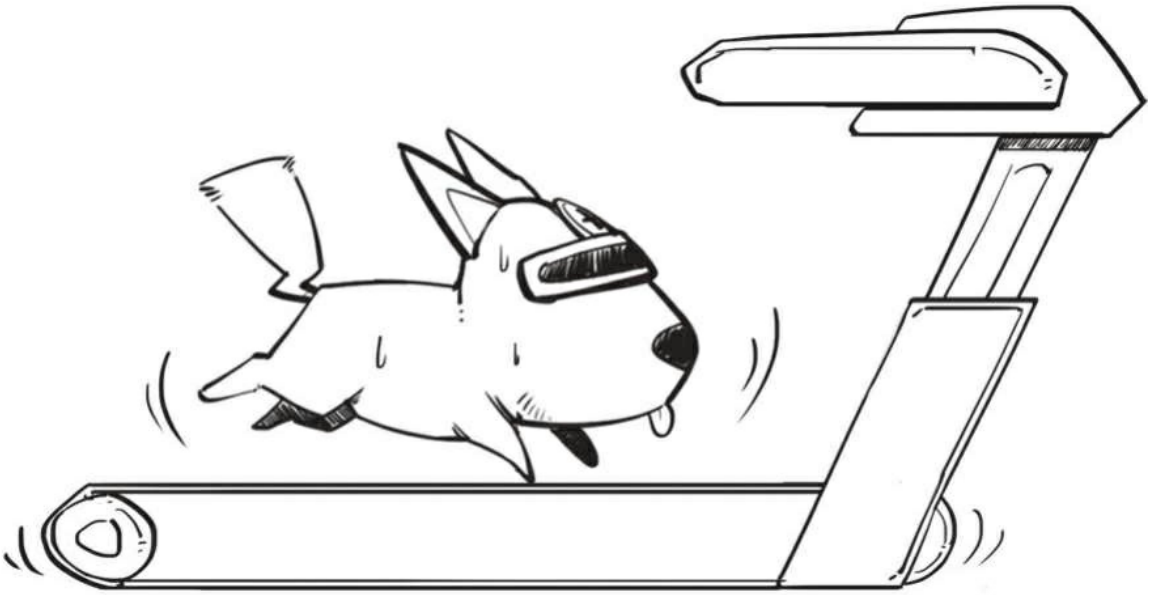
而为了表彰这哥儿俩，
用这两人的名字，定义了这两个单位：

库仑

安培

现在我们知道，电荷性格难以捉摸，动如雷霆，不动如死狗。

那到底怎么才能让电荷持续稳定地跑呢？



第二幕　电的本质之电压

科学家们早期用于实验的电流又短又快，如何让电流稳定持久一直是个难题。

最先注意到持续电流的是一个意大利医生——伽伐尼。

伽伐尼

意大利医生，动物学家，日常解剖动物，偶然给隔壁电磁学做贡献。

话说有一天，伽大夫正在处理一只死青蛙，手术刀接触到解剖台上的青蛙时，这个青蛙居然抽搐了起来。

伽大夫认为，青蛙抽搐的样子很像触电，结合电鳗的特点，他觉得动物本身就是带电的。

于是他发表了一篇论文，提出了动物电的概念。

可惜，伽伐尼猜对了结果，但搞错了原理。

关于动物电，有个嚣张的小哥站了出来，咔咔咔就是一顿怼。

这小哥嚣张到什么地步呢？连名字都透露出一股浓烈的社会气息。

伏打

小名：扛揍

伏打发现，青蛙腿会动根本不是因为青蛙有电，而是因为两块金属的相遇。

手术刀 & **手术台**

伏打推测两块不同的金属接触后，会产生持续稳定的电流。

于是他找了一些替代品。

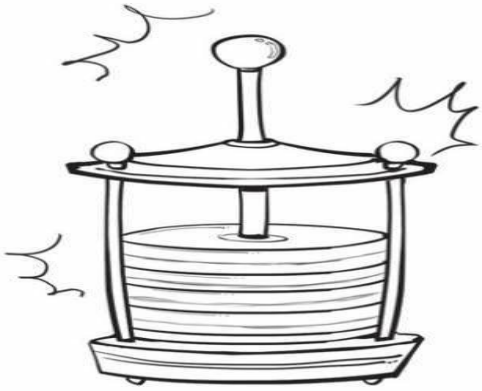
用金属模拟
手术刀

用泡了盐水的纸
模拟青蛙

用另一种金属
模拟解剖台

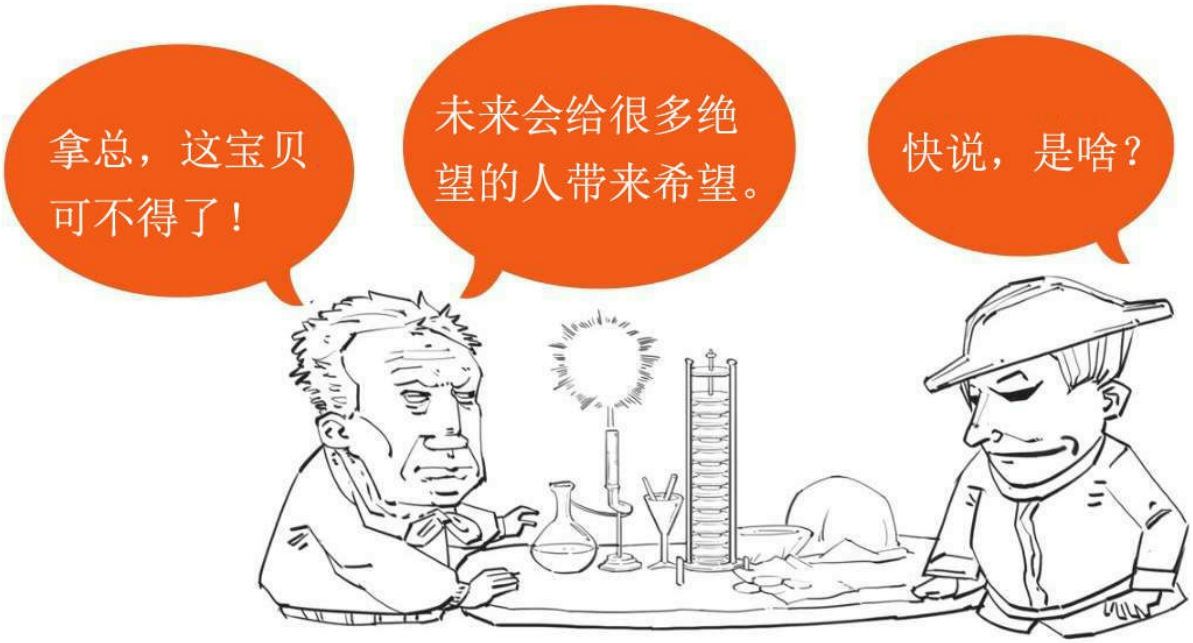
再把它们合成一块。

最后多整几块，一摞！



这就是伏打电池！

伏打电池一问世，立马成了网红爆款，甚至引得拿破仑都跑来参观。

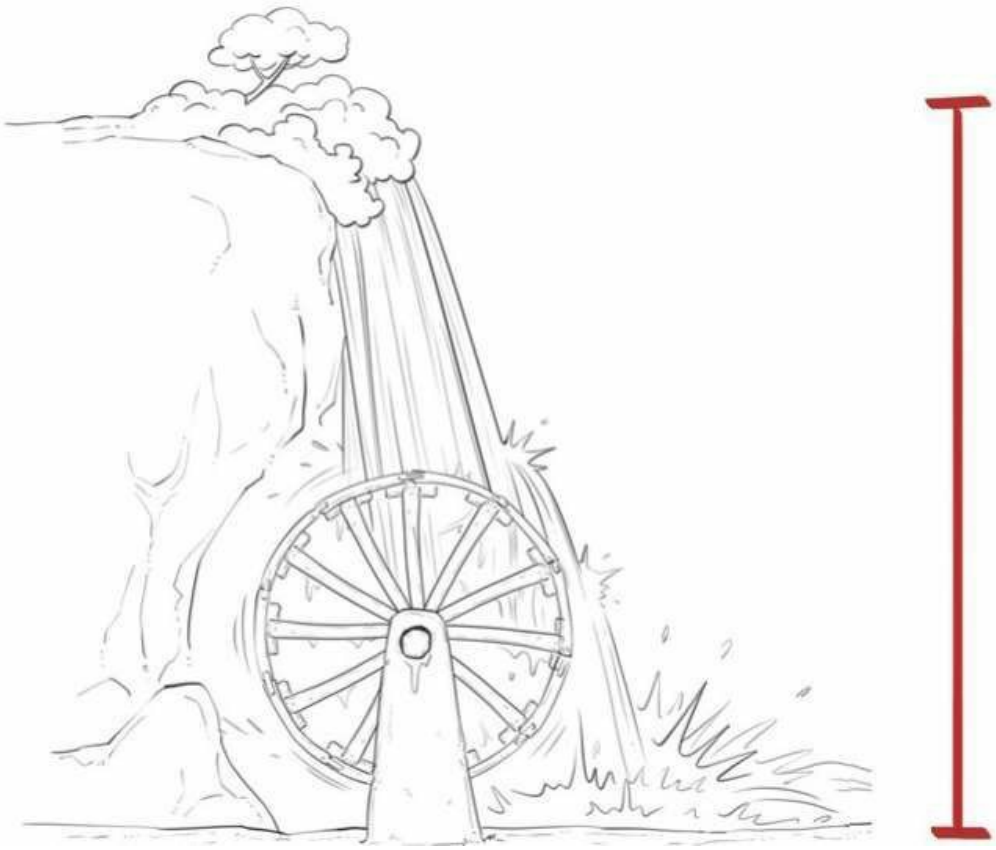


那为啥电池可以提供持久的电流呢？一个德国大叔给了我们答案。

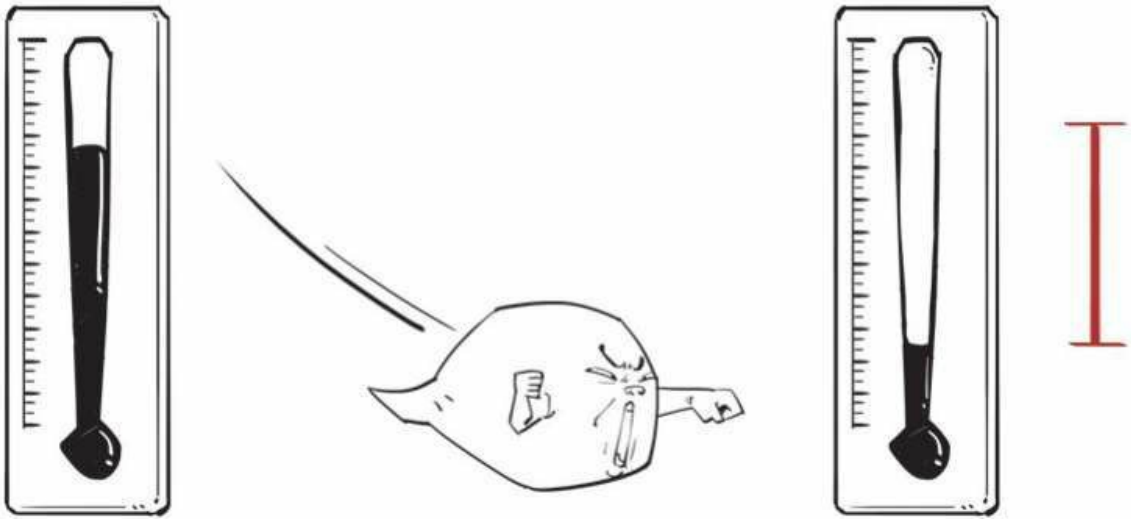
乔治·西蒙·欧姆

德国物理学家，当过老师，当过校长，是奋斗在教育一线的科学家。

他是这么解释的：



咱们知道，水流的流动是因为高度差。

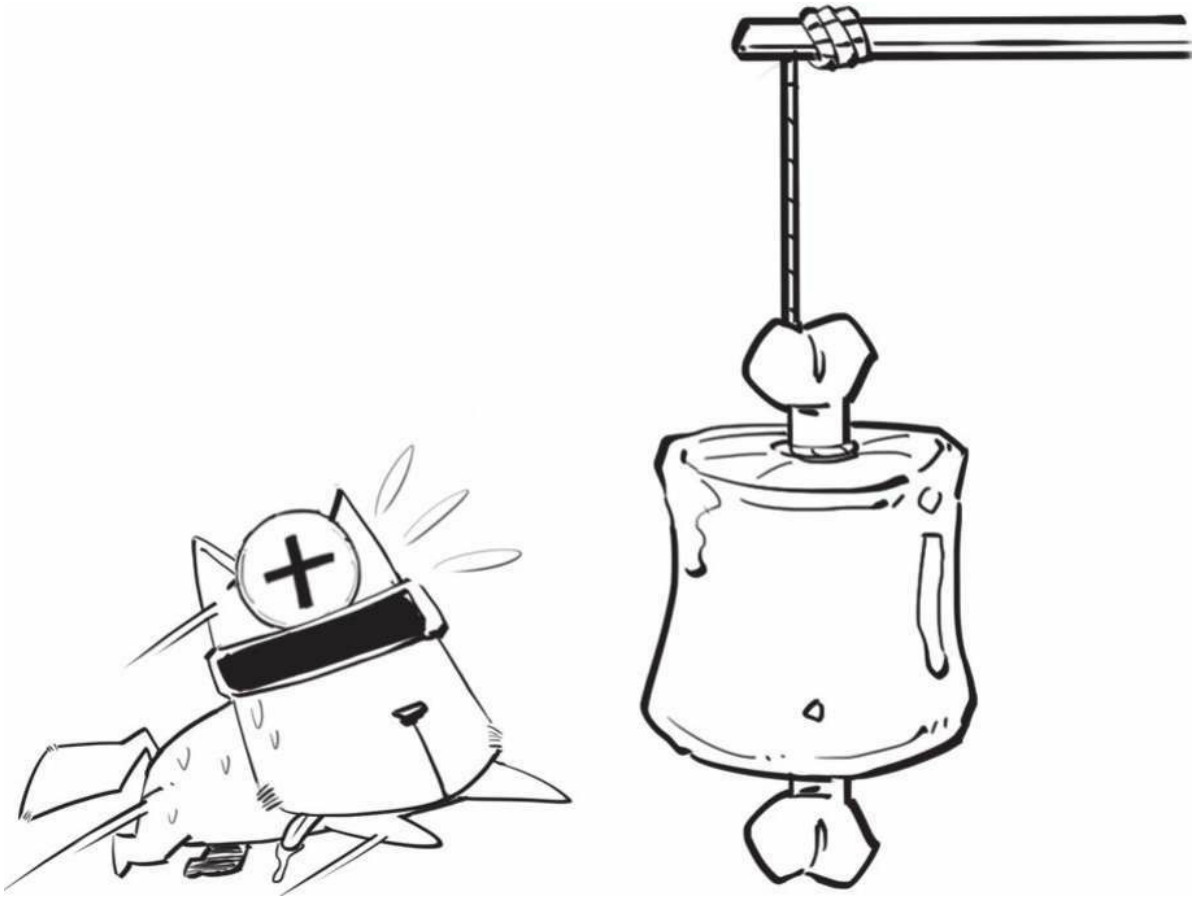


热流的流动是因为温度差。

那电流呢？都是流字辈儿的，不是一回事儿吗？一定也得有个差。

电池提供的这个差，就叫电势差，在这里也叫电压。

顺便提一嘴，电压的单位就是**V(**伏**)**，伏打(也叫伏特)的伏。

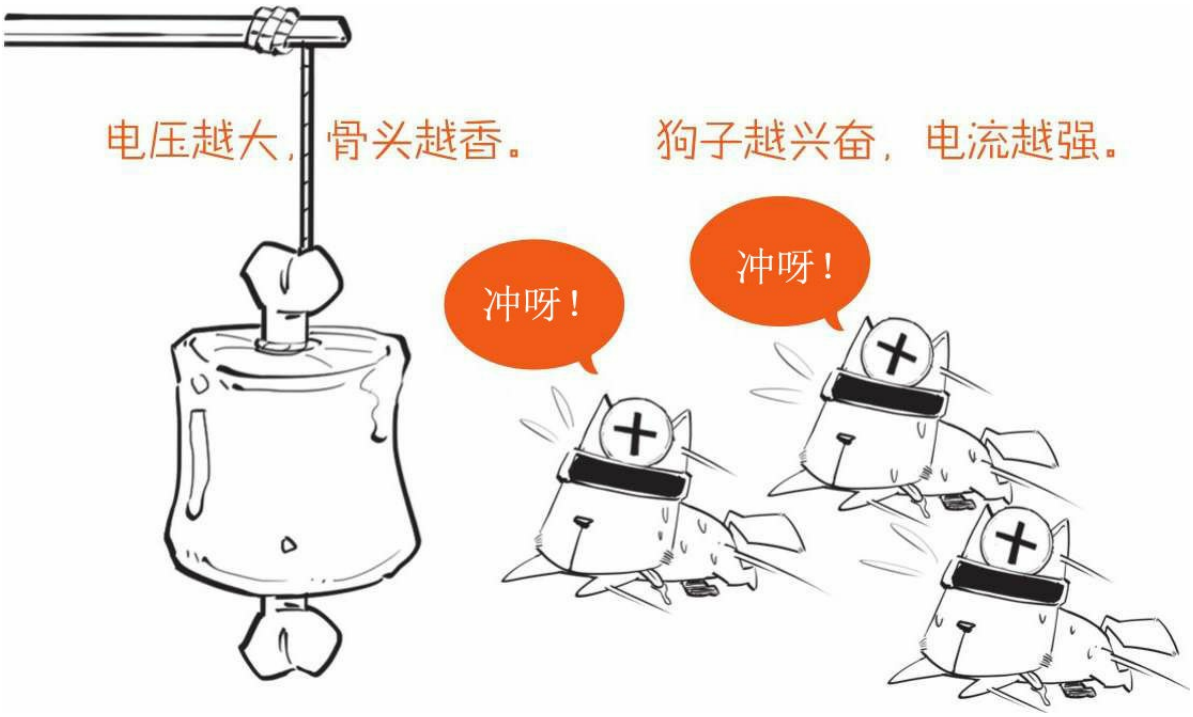


如果说电荷是条舔狗，那电压就是根肉骨头。

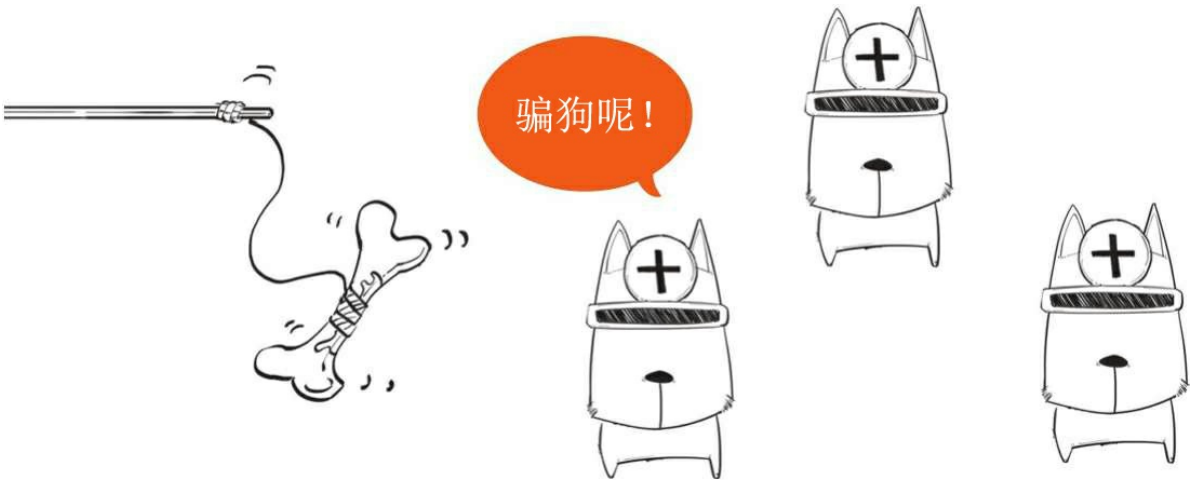
电压给电荷提供了动力，让它可以持续稳定地跑起来。

第三幕 电的本质之电阻

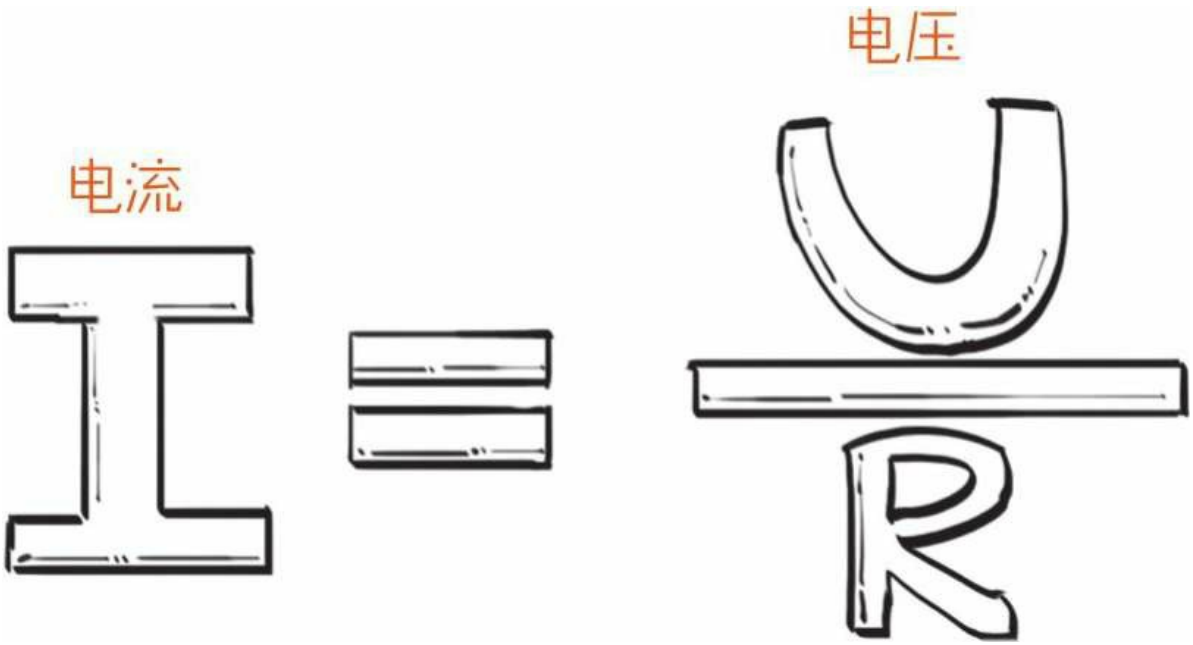
咱们已经知道电压与电流就好比骨头与舔狗，那它俩有啥关系呢？



反之亦然。



所以欧校长就根据这个性质，做了些实验，并总结出了一个公式。

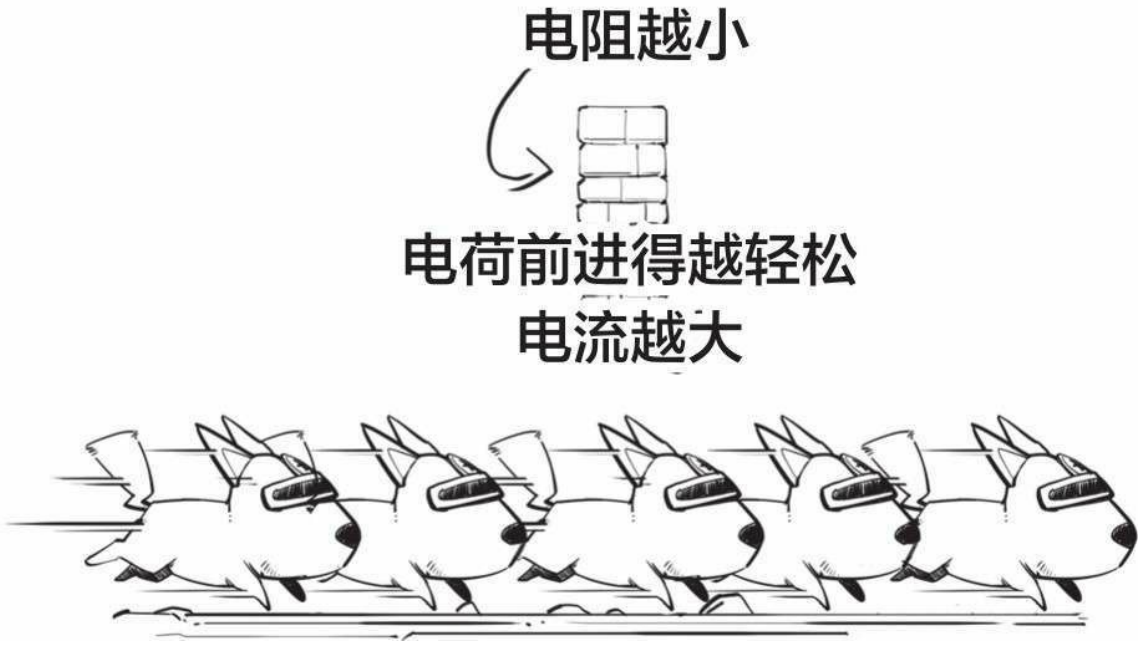


而公式里的这位R兄弟，就是电流与电压的见证人——电阻。

没错，电阻的单位就是欧姆。

电阻，顾名思义，是电荷移动时的阻碍，就好比康庄大道上的一个狗洞。

电阻越大
电荷前进得越艰难
电流也就越小


电阻越小
电荷前进得越轻松
电流越大

要注意的是，电阻的大小是由导体本身的性质决定的，和电压电流没啥关系。

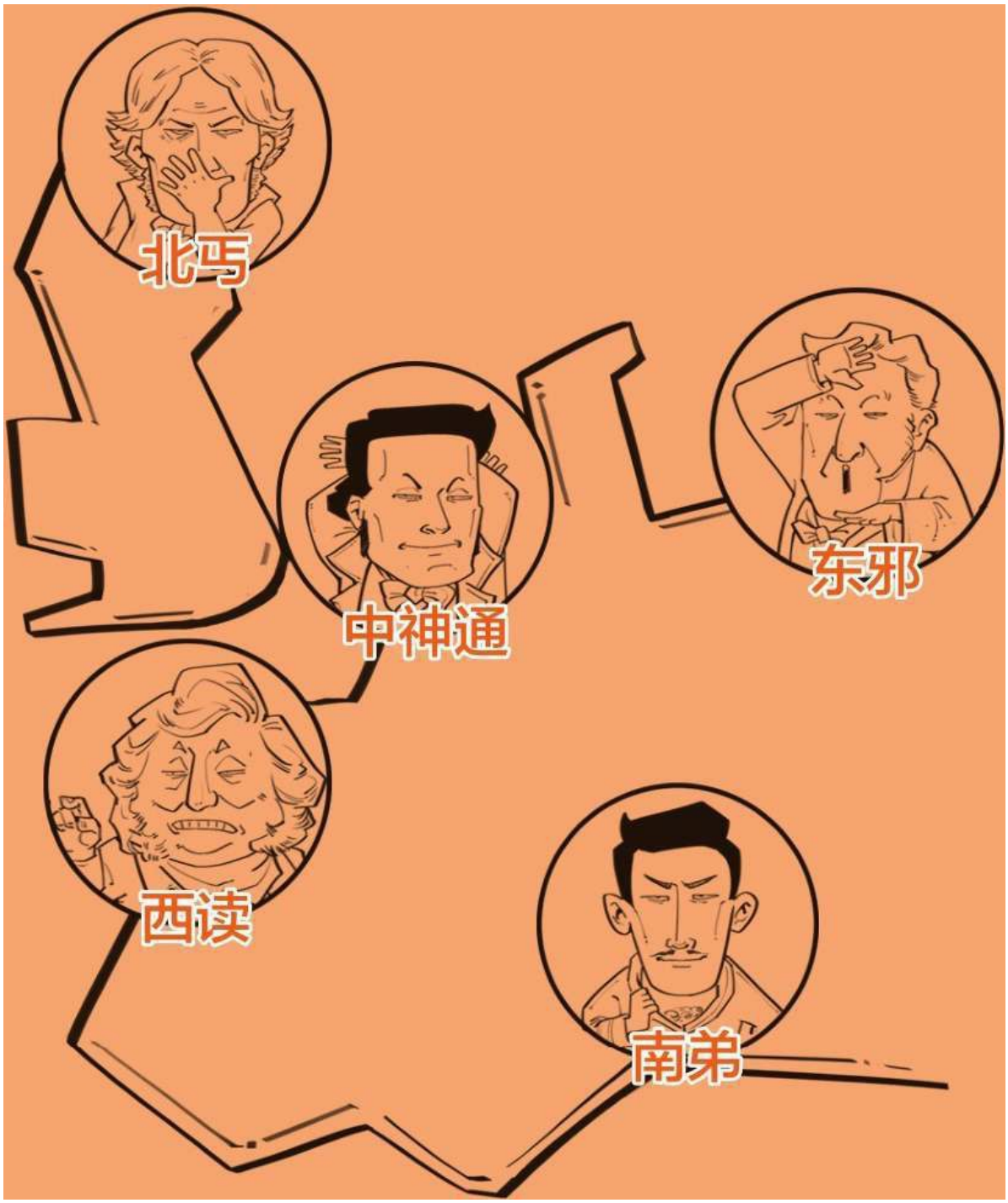
好了，电学这出大戏，就先介绍到这儿。

咱们今天说起电，总绕不开它的官配CP：磁。

电与磁究竟是什么关系呢？

咱们下回再聊。

二、电磁江湖



人类与电的缘分，始于泰老爷发现静电有吸引力。

而在自然界中，还有一样东西也同样具备这种魔力，那就是：

人类对电的认识逐步加深，就像摸了电门，打通了任督二脉一样，科学家们也开始把目光投向磁——

既然都这么能吸，那么电和磁，有没有可能是一回事儿呢？

面对这个脑洞，有人觉得有搞头，有人觉得无厘头。于是科学家们分成两拨，成天辩论。

最终五位大牛通力协作，电磁统一大业才得以完成。

而这五名绝世高手，我们亲切地称之为“电磁五绝”。

首先出场的是：

东邪·汉斯·奥斯特

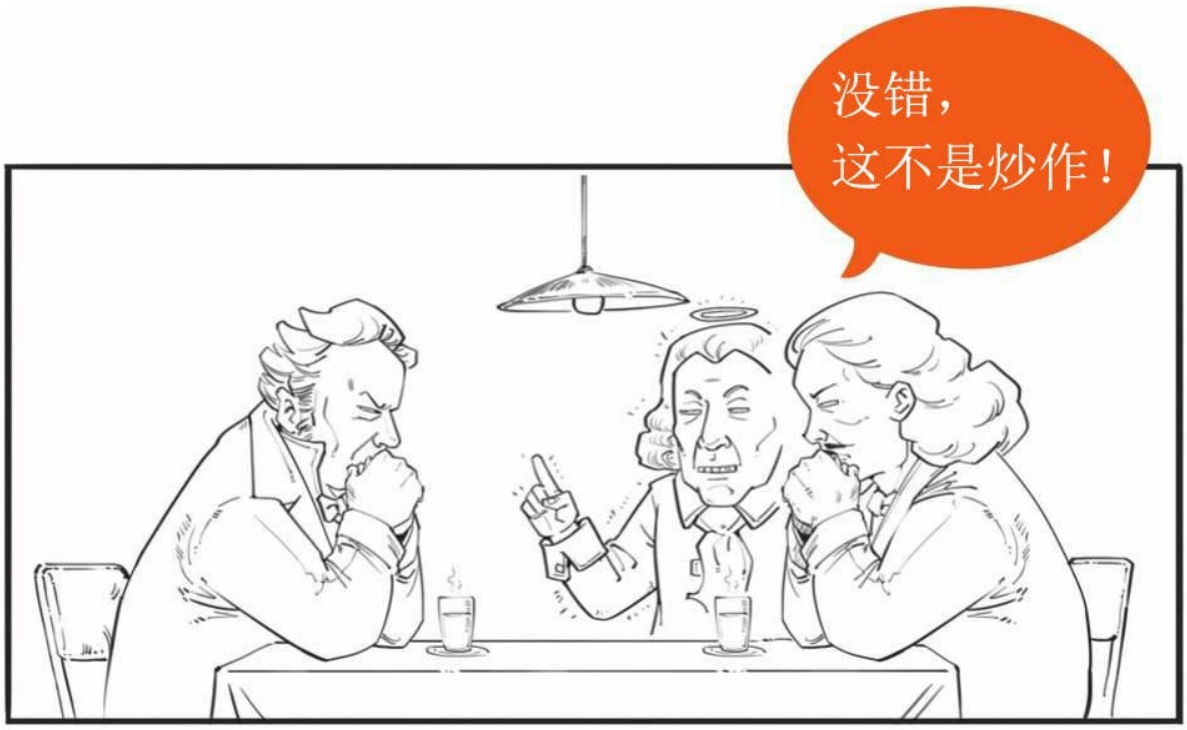
老奥，丹麦人，从小就在家里的药店打工，所以化学底子不错。此外，对文学、哲学也充满兴趣，是文理科全面发展的好苗子。

大学毕业后，他留校任教。一次偶然的游学，让他结识了他的知己：约翰·芮特。

芮特随口说的一个观点，深深地影响了老奥。

芮特坚信，电场和磁场之间有一种物理的关系。

此外，老奥还是哲学家康德的忠实粉丝。康德也曾说：自然界的各种力，不仅同根同源，还能相互转化，包括电和磁。

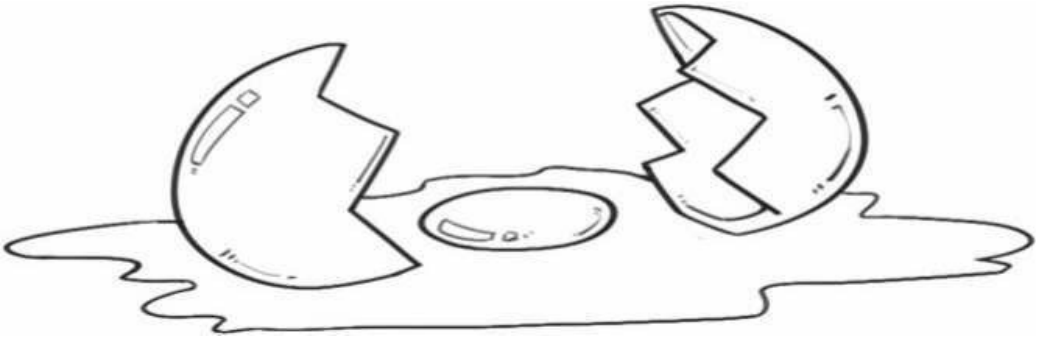


这个想法在天真无邪的老奥心中生根发芽，他坚定地认为，电和磁，就像鸡和蛋，电能生磁，磁能生

电。

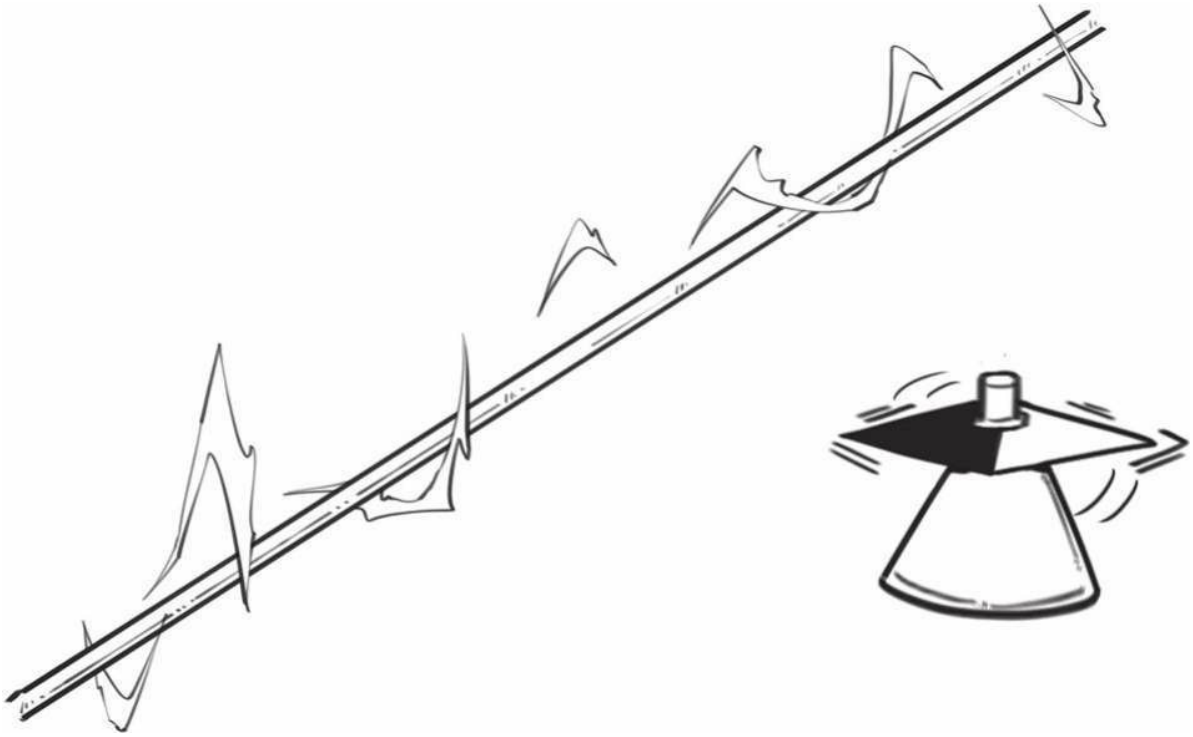
于是他立马调整了自己的研究方向，一门心思地扑到了电磁学中。

然而并没有什么用……



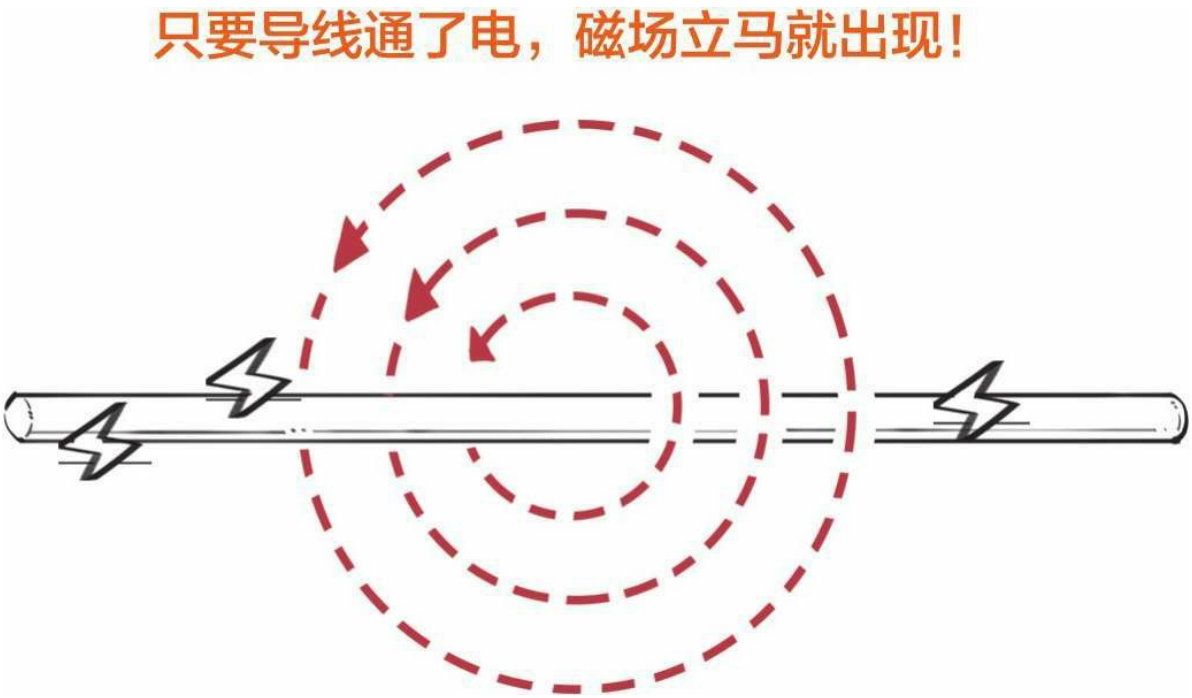
经历了几十次的实验失败，消耗了好几年的学术生涯，老奥一度怀疑人生。

就在这时，幸运降临到了他头上。一次电路实验中接通电源的瞬间，原本平行于导线的磁针，竟然轻轻地晃了晃……



老奥捕捉到了这个小细节，并开始琢磨：磁针转动，一定是因为有磁场，既然导线通电就能让磁针转动，那不就意味着——

为了验证这个猜想，他吭哧吭哧又做了六十多个实验，最终发现电生磁的秘密。



电荷只要跑起来(形成电流)，就会产生一种该死的魅力，把磁针迷得晕头转向。奥斯特管这种魅力叫电流冲击。

而咱们现在称这种现象为——电流的磁效应。

这个现象立马在学术界炸了锅，奥斯特·烦恼也进化成了奥斯特·骄傲。

因为这个发现，老奥也成了全民爱豆。就有人慕名而来，想跟他聊聊人生，

这个人叫安徒生，写了很多诱人的童话。

安徒生和奥斯特是忘年交，据说还暗恋过老奥的女儿，创作深受奥斯特的影响。

好了，言归正传。

电生磁这一发现震惊了学术界，但与此同时，大家在做实验时也发现了一些问题。

通电导线旁的小磁针，时转时不转!时左时右!捉摸不定!

就在老奥也纳闷的时候，一个男人出现了——

西读·安德烈·安培

安子，法国富二代，虽然家境优越，但没上过什么正经学，纯粹靠着天赋，自学成才。

安子不仅天赋异禀，还贼努力，读起书来不疯魔不成活。经常给人一种读书读傻了的错觉，完全不给别人家熊孩子任何活路。

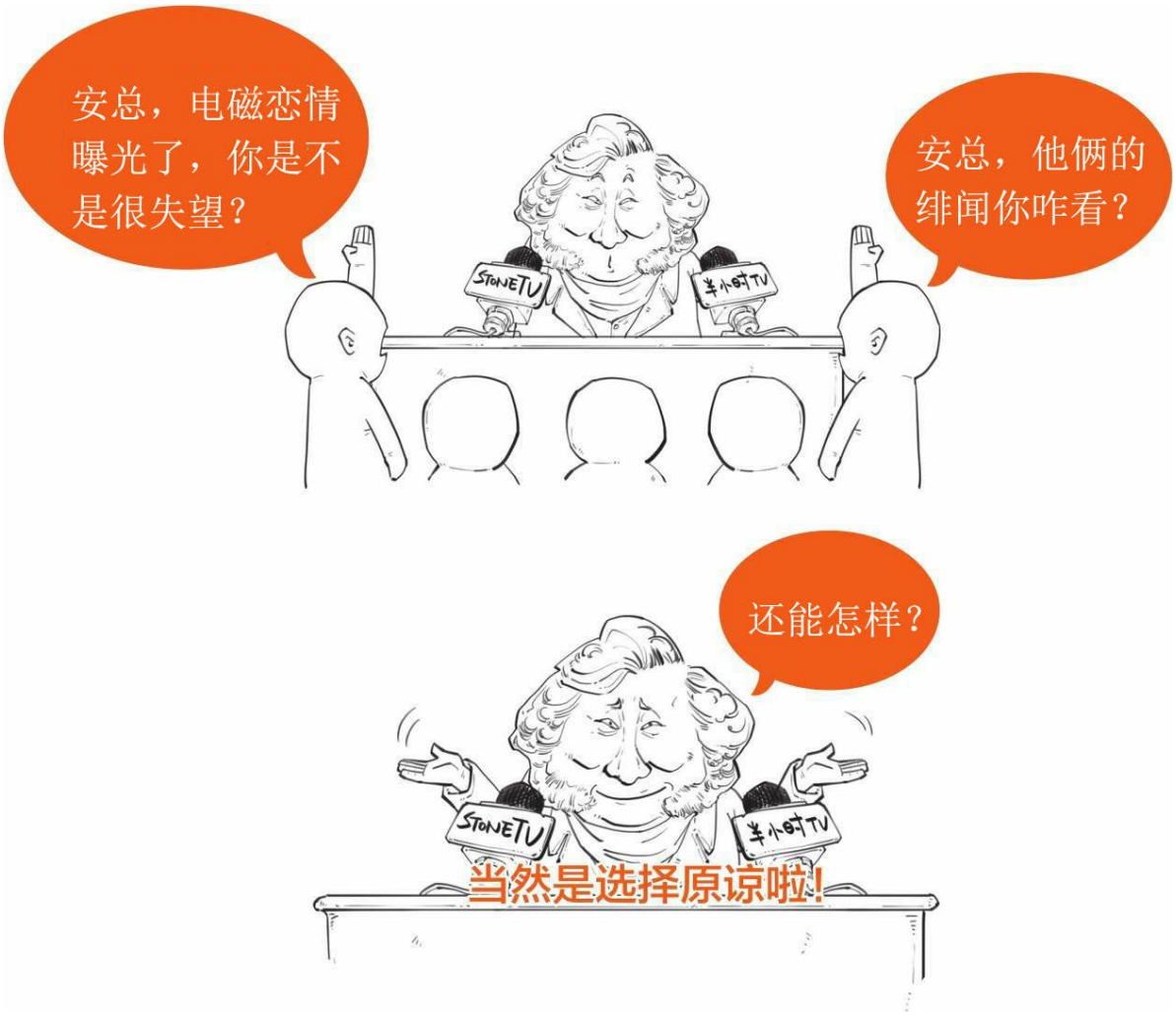
据说有一次，他边走路边想问题，一时性起，拿起身边的石头，就在面前的马车车厢上计算起来。

结果，马车开动了，他也跟着跑，边跑边计算，直到追不上为止。

身边的行人纷纷哈哈大笑，并亲切地称他为——“马计”。

话说，最初安培一直坚信电和磁之间没有任何关系。

可当奥斯特发现电能生磁后，安子迅速改变了立场。

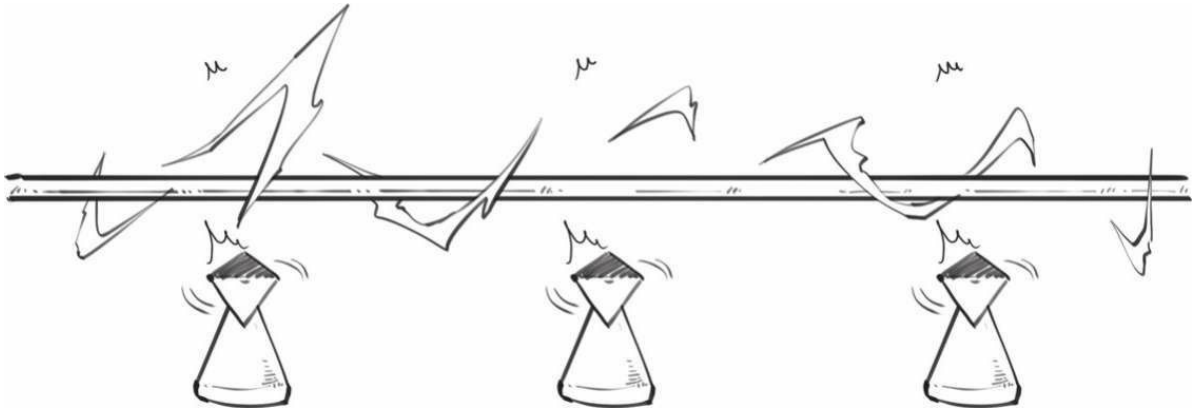


接着安培就针对之前的问题进行了研究。

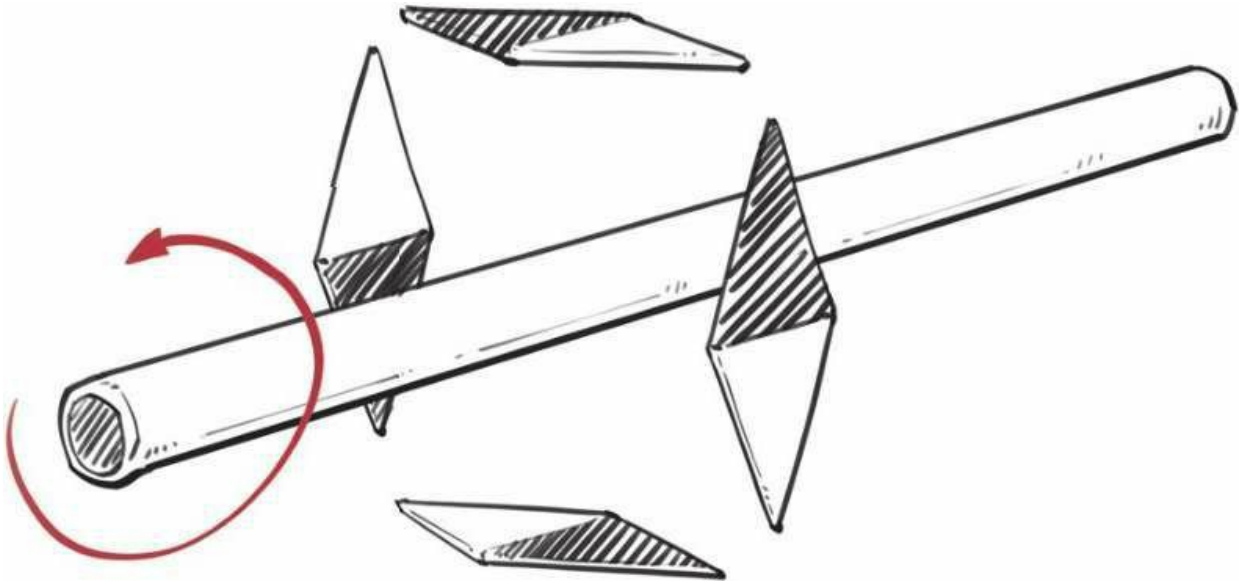
如果说，奥斯特发现了电流能生磁场，那安培研究的就是，这个新磁场的作用力是什么样的？

安子长了个心眼，他在导线下方放上了整整一排磁针。

他发现，导线一通电，这些磁针因为磁场的作用力就齐刷刷地往一个方向转动。

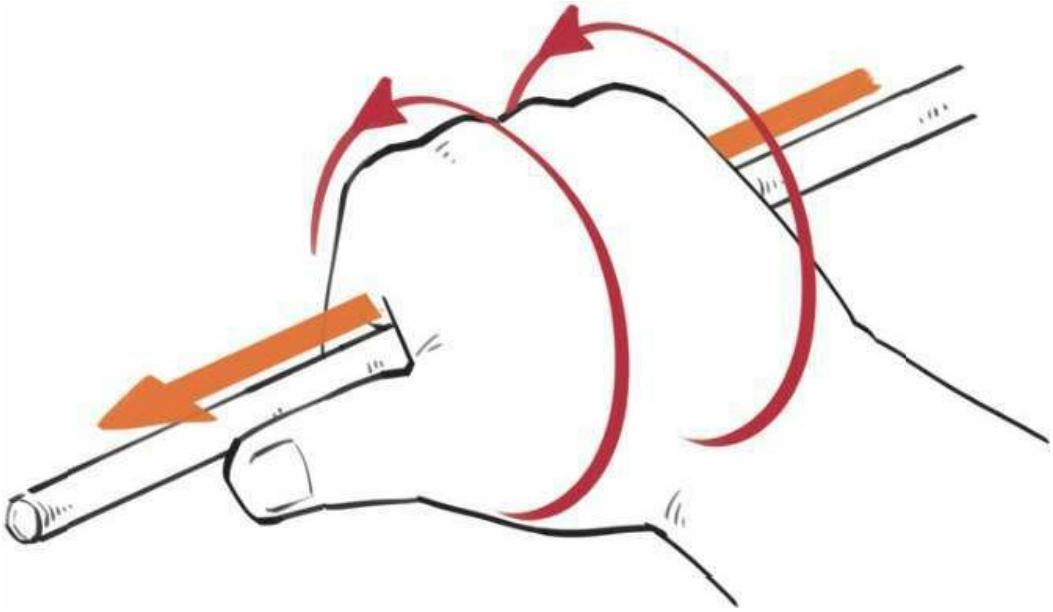


于是他开始琢磨，如果在导线周围围一圈磁针，那反映出电流周围的磁场，是不是就是这样？

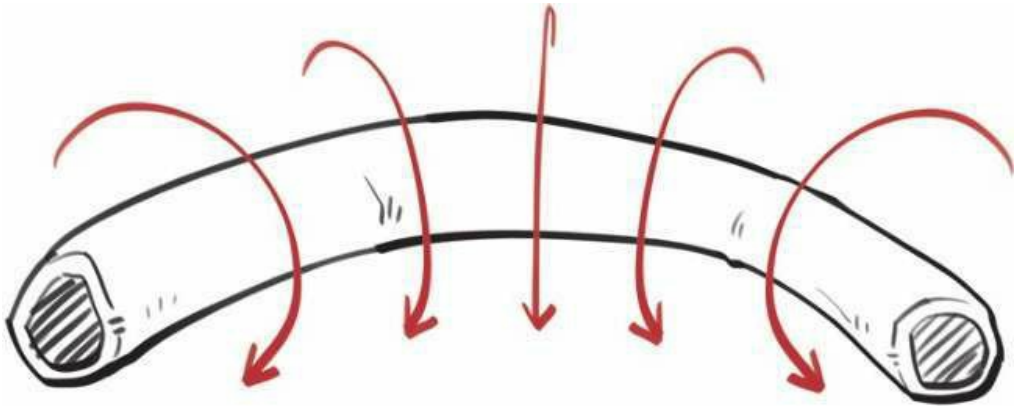


接着安子微微一笑，伸出苦练多年的右手。

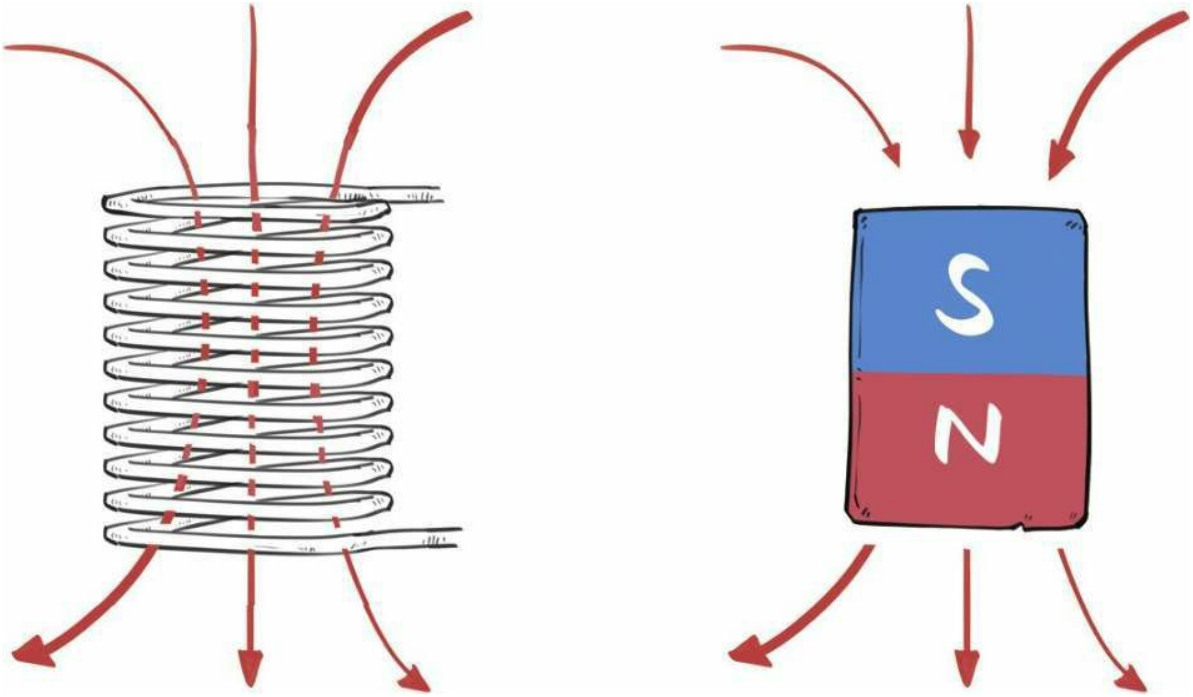
结合电流的流动，得到了大名鼎鼎的安培定则，也叫右手螺旋定则。



关于安培定则，初中物理都说过，咱就不展开了。



安培接着想到：如果把导线绕成圈，效果岂不就相当于一块磁铁？



这就是通电螺线管。

此外，安培还在这些现象的基础上一通操作，发明了电流计。

也正是由于对电流的磁力研究，安培被誉为电学里的牛顿。

到了这儿，电生磁的秘密差不多解开了。

但电磁统一的大业才完成一半，摆在大家面前的还有另外一个难题——

磁能生电吗？

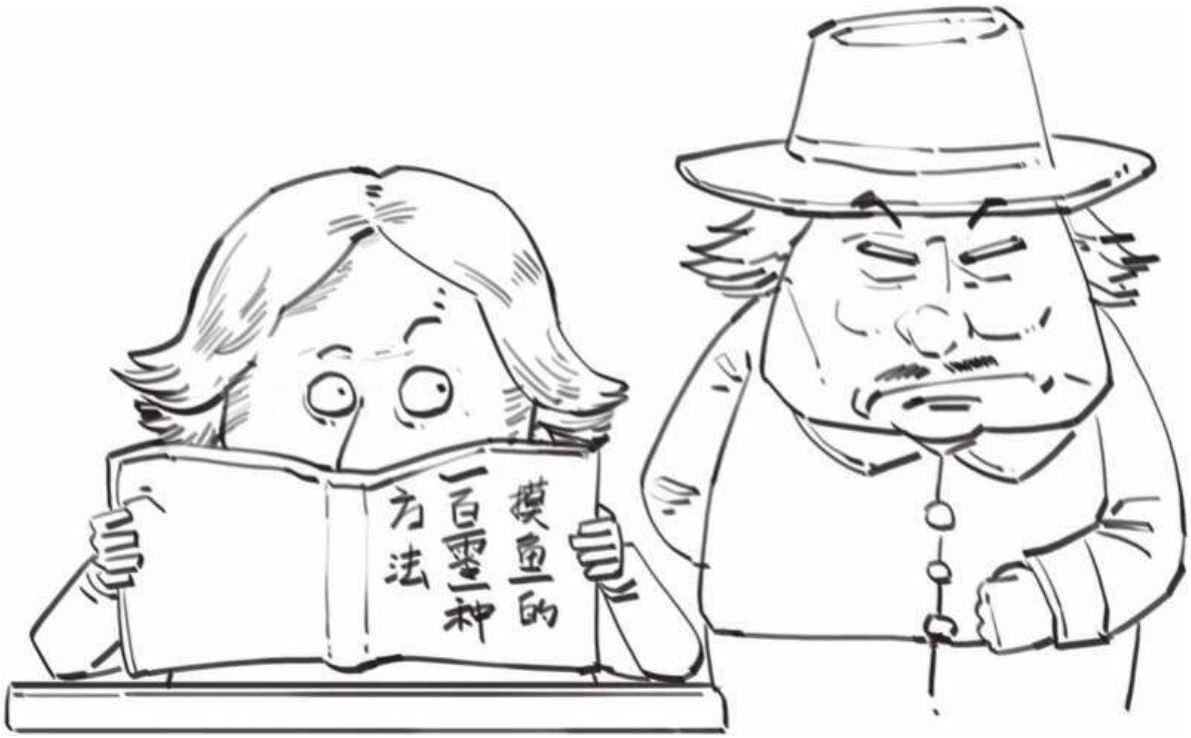
要想解开这个问题，就得隆重请出——

北丐·迈克尔·法拉第

小法，和安培一样，也没上过啥学，又是一条九年义务教育的漏网之鱼。

可安子家境好，可以自学。小法呢？穷苦出身，连买书的钱都没有，小小年纪就成了打工人。

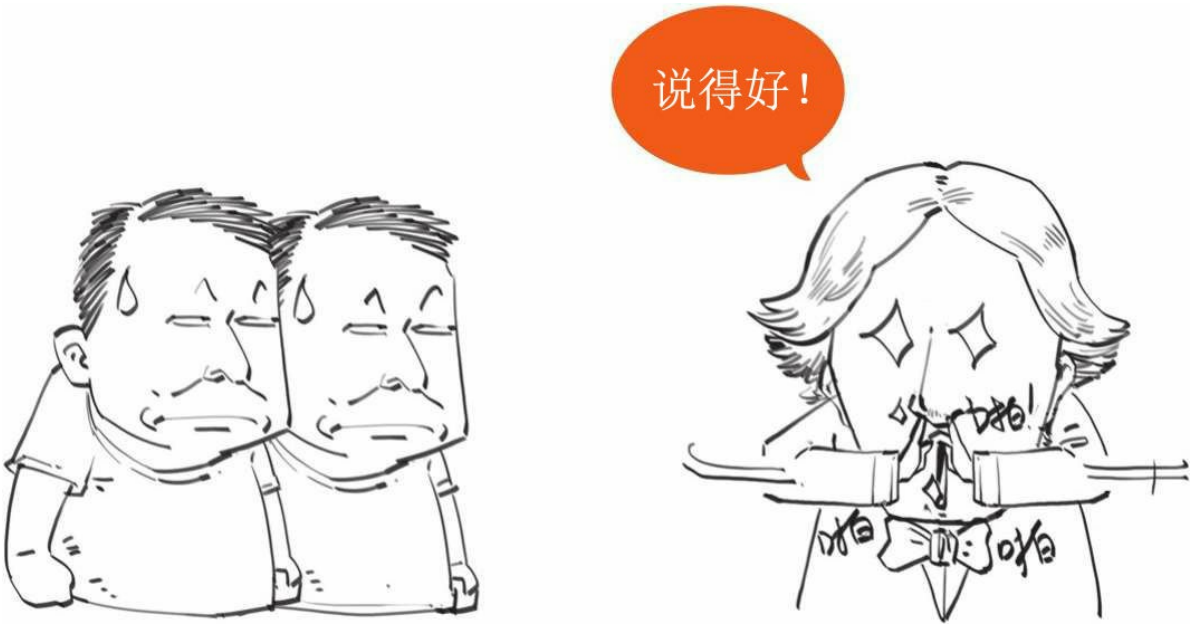
好在他挑了个卖书的地方上班，边打工，边摸鱼，边学习。



在茫茫书海中，一个晦涩的词引起了他的注意：电学。以小法的文化，当然看不明白电学是咋回事，只能靠查字典吭哧吭哧地自学。

当时有个学术大佬叫戴维，和混子哥一样，也致力于科普事业。

小法有幸旁听了他的讲座，惊喜地发现，以自己的文化水平，居然也能听懂大师的演讲。



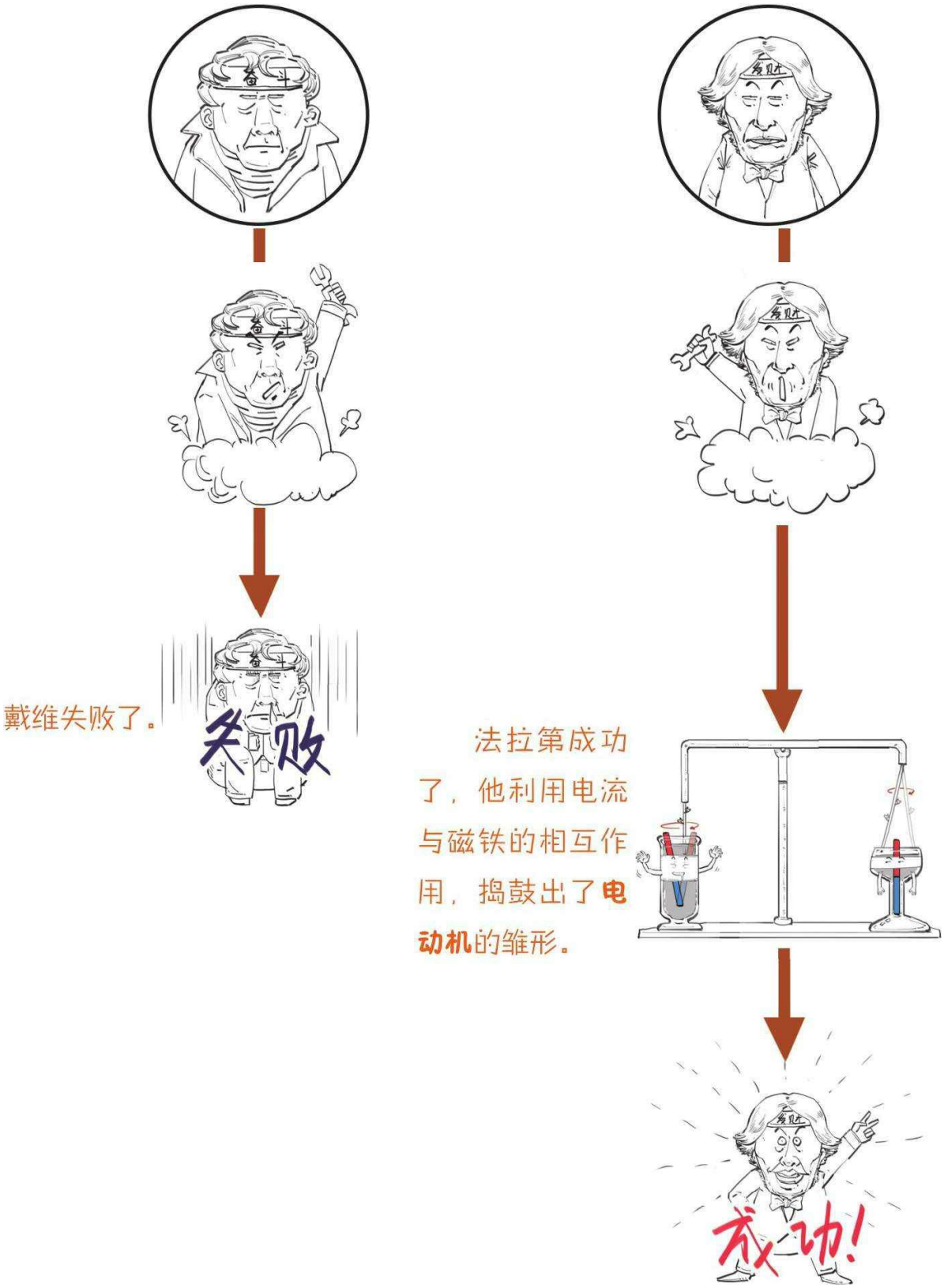
法拉第对戴维的敬佩之情，犹如滔滔江水，并在演讲结束后，把演讲的内容整理成册，送给了戴维。

戴哥顿时感动得一塌糊涂。

小法抱上了戴维的大腿，终于正儿八经地走上了学术之路。

当时已经知道，电流可以让小磁针转动，于是有人提问——

针对这个课题，师徒二人都做了尝试：



小学肄业的法拉第在戴哥眼里约等于文盲。他居然完成了自己没有成功的实验，这让戴哥一张老脸往

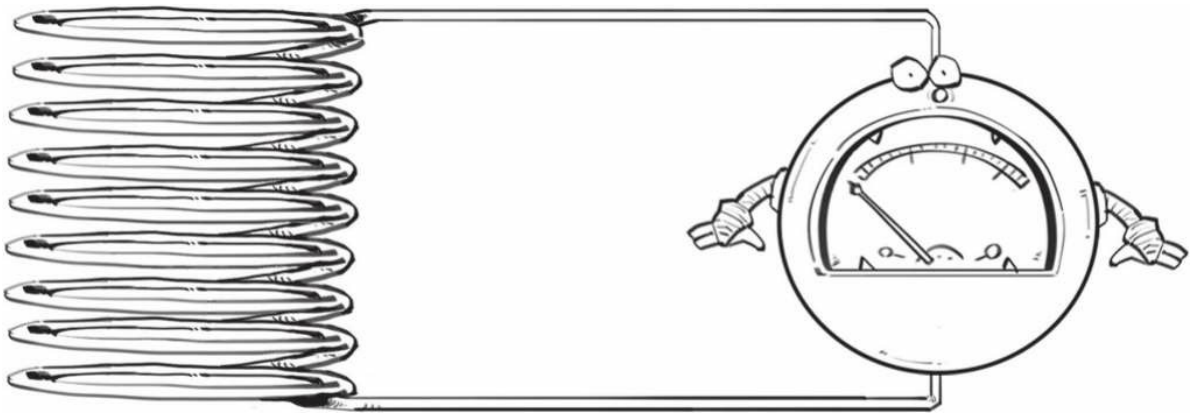
哪儿搁？！

于是悲剧发生了，戴维心眼小爱面子，随便找了个理由把法拉第发配去了冷门的光学玻璃专业。

然而没过几年，戴哥自己倒先领了盒饭。

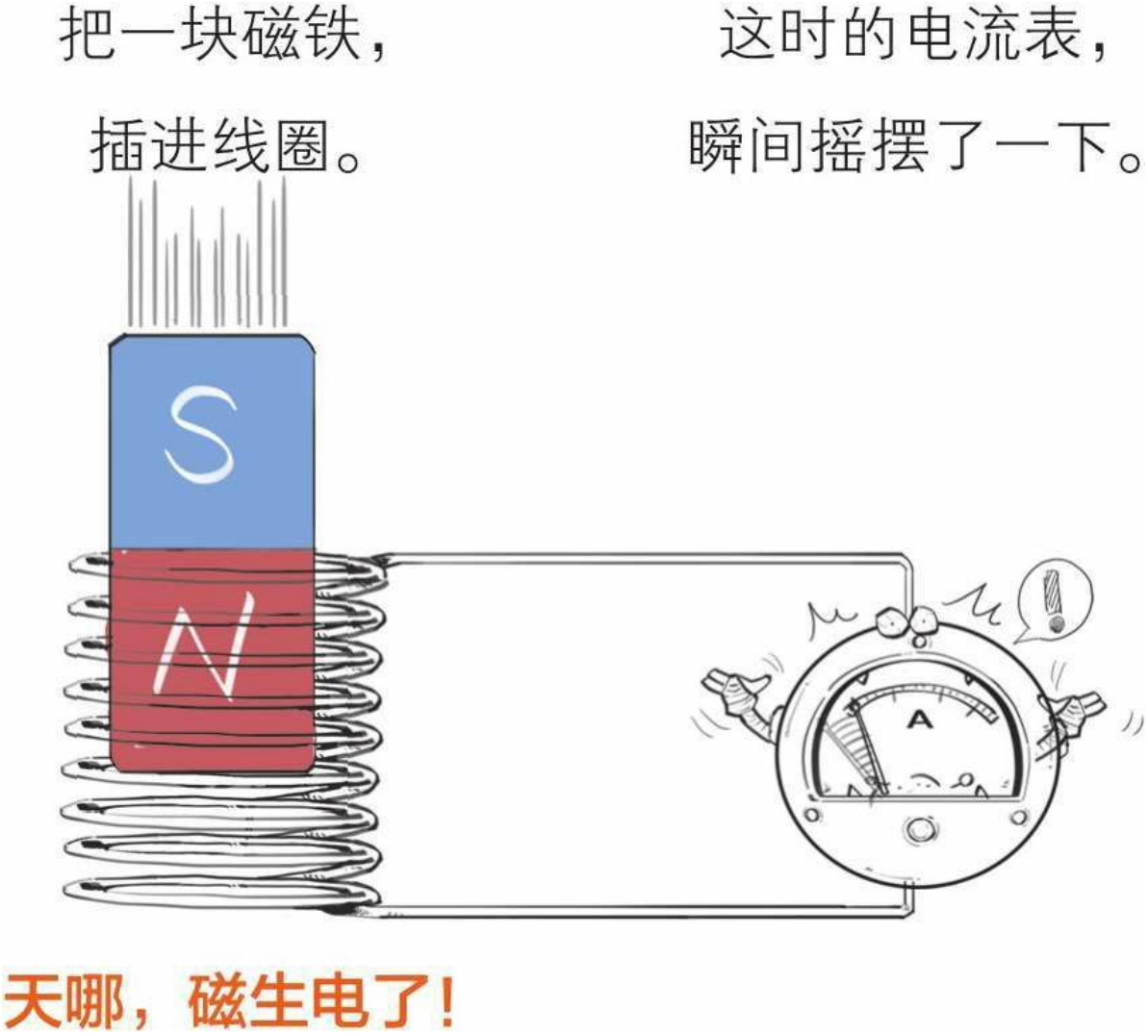
他这一走，小法得以重新开始研究电磁学，并且很快把磁生电的秘密悟了出来。

实验很复杂，咱们简单说。我们准备一坨电线，连上电流表，其中有一段卷成螺线圈。



在没有电源的情况下，电流表纹丝不动。

可只要一个动作，神奇的事儿就会发生——



而且，只在磁铁插进去或者拔出来的时候，电流表才会动。

于是法拉第做了个大胆的猜想：只有变化的磁场才能产生电流!

这就是传说中的：电磁感应现象。

他这一折腾，不仅发现了磁生电的秘密，还一不小心发明了初代发电机。

法拉第左手电动机，右手发电机，把人类送进了电气时代。

而后人为了表彰像法拉第一样的人，发明了一个新的称号：科学家。在这之前，都叫哲学家。

虽然法拉第发现了电磁感应现象，但这事儿还没完。

在科学界，有条不成文的规定，不管研究啥，最后得出的结论都得用数学公式表达出来。

可大家都知道，世间万事万物什么都能自学成才，但——

除了数学!

可法拉第数学不咋的。

于是有个年轻人，接下了这个烂尾项目……

中神通·詹姆斯·麦克斯韦

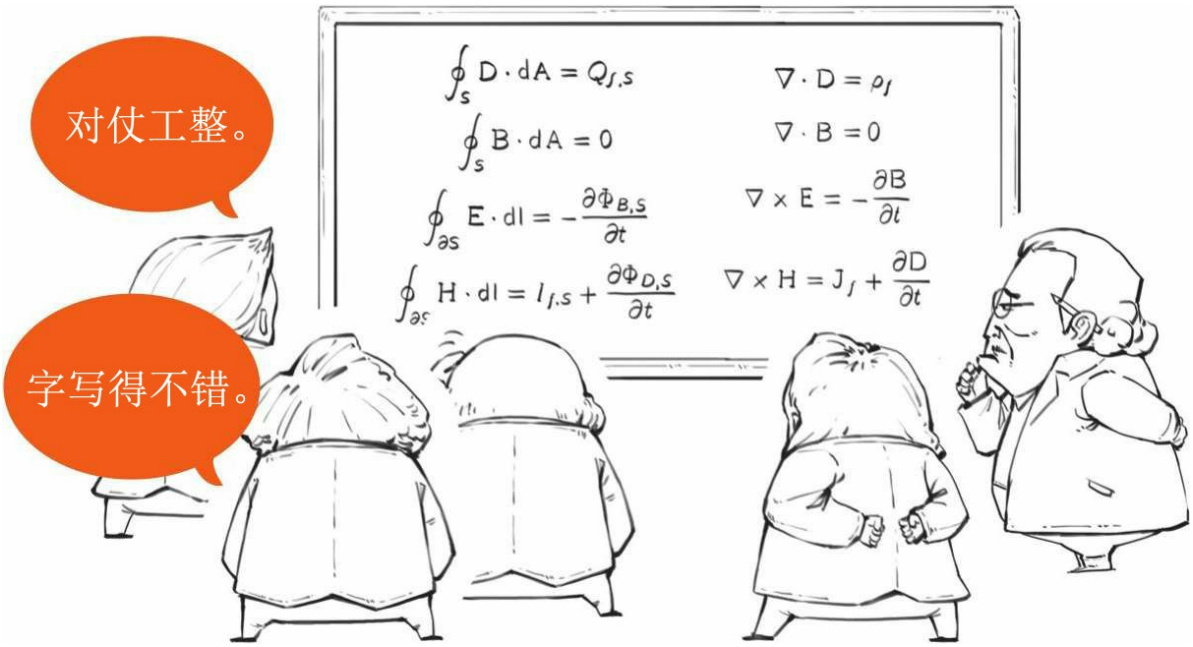
韦仔在上大学的时候，就被法拉第的研究成果吸引，并产生了补上数学总结的想法，于是他写了篇论文，用数学描述了小法的研究。

小法看到论文后，泪流满面，感觉遇到了真心人。于是赶紧写信，约韦仔碰头。

两人一见如故。

接着韦仔闭关修炼，五年磨一公式，终于琢磨出了震撼世人的——

麦克斯韦方程组



这个公式，把电生磁、磁生电，几乎所有的一切蕴含其中，给电磁学的统一大业，画上了句号。

而更精彩的是，韦仔根据这个公式，做出了一个预言：

这世界上有种东西，叫电磁波。

后来，德国的一个小弟，南弟·海因里希·赫兹发现了电磁波的存在，从而证明了韦仔的预言是正确的。

楼上蒙对了！

为啥我戏份这么少！
你本来就不在主线剧情里，能佛系一点吗？

电磁波这一预言不仅是超前的，还将给物理学界带来一场翻天覆地的巨变。

牛顿辛苦搭建的经典物理学大厦的上空，也将飘来两朵不明飞行物。这又是怎么一回事儿呢？

请看下篇：

《经典物理的两朵乌云》。

三、经典物理的两朵乌云

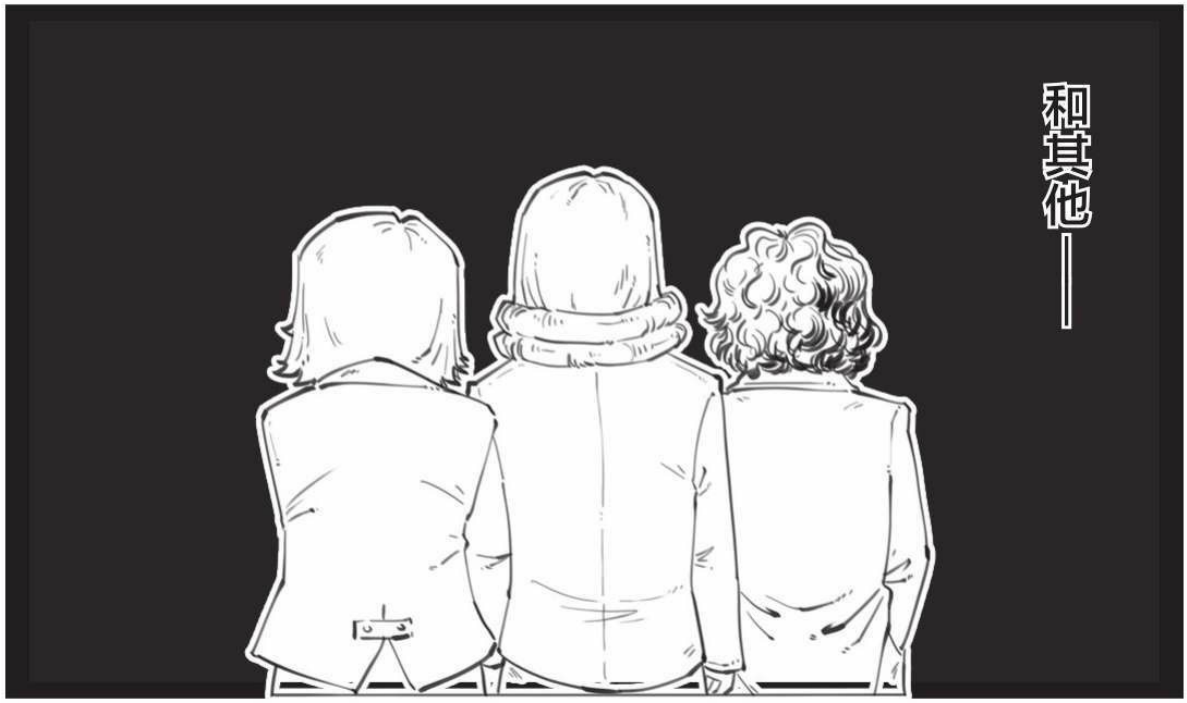
到这里，科学史也将进入高潮。我们先按个暂停键，来做个简单的总结。

话说前面出现了这么多科学家，如果按照他们的贡献来分类，无非就是这几类：

发现现象的：
泰勒斯!!
奥斯特!!

总结规律的：
富兰克林!!
法拉第!!

定量计算的…
安培!!
库仑!!


和其他——

就好比各门各派的武林高手——

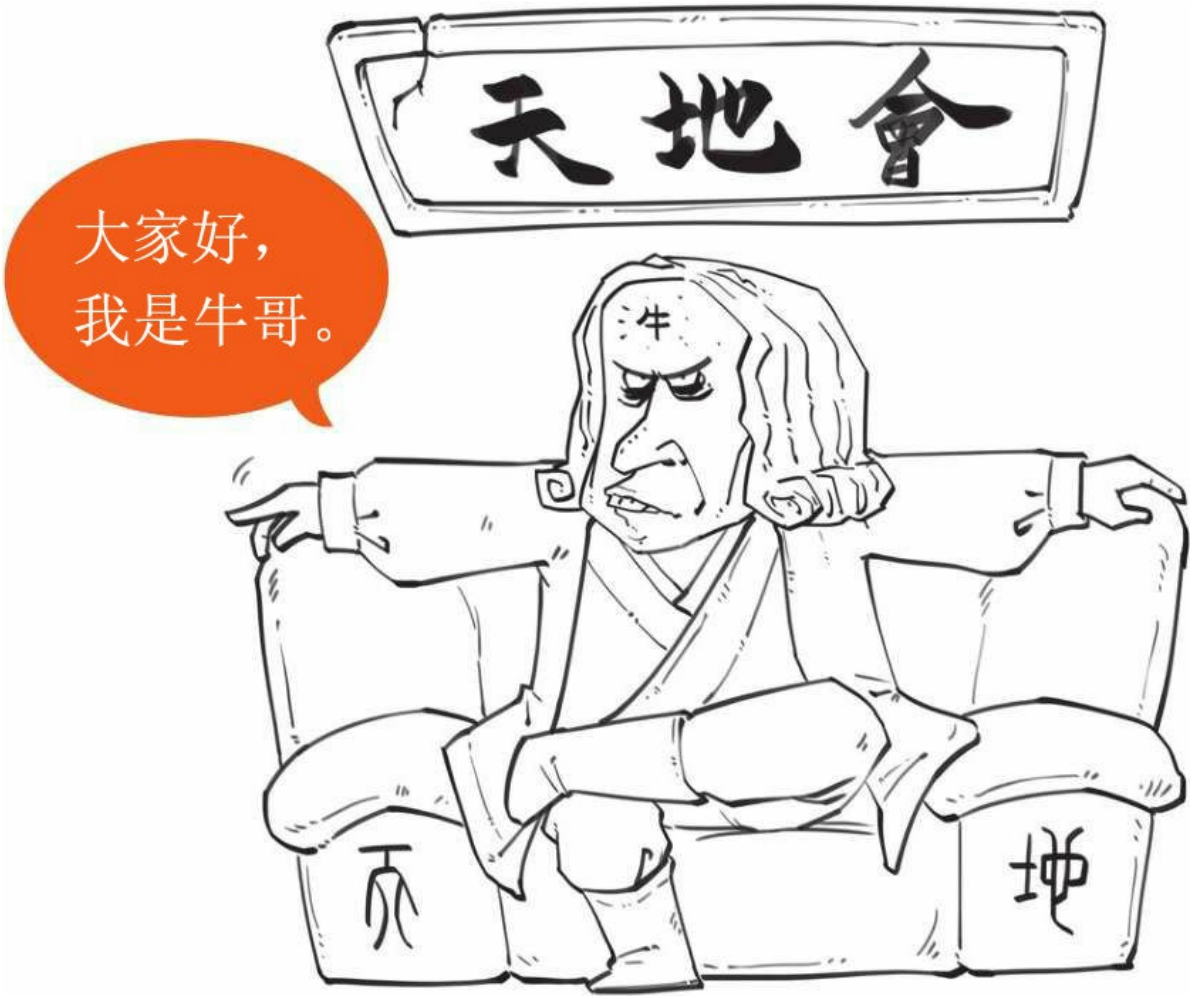
开宗立派的

编撰典籍的

钻研招式的

而要论谁最有资格问鼎武林，那就得是靠一己之力，统一了几大门派的绝世高手。

比如统一了天和地的牛顿。



又比如统一了电和磁的麦克斯韦。

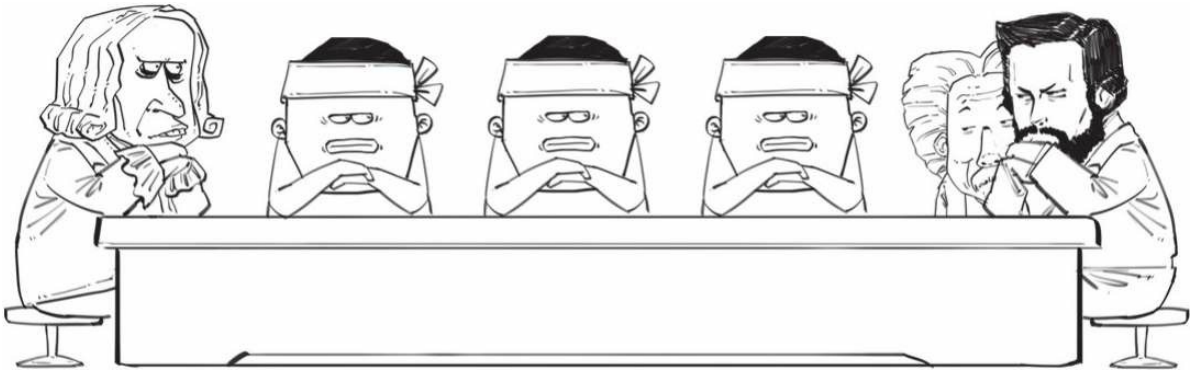
如果要讨论物理学家的历史地位，牛顿和麦克斯韦都是武林盟主级的。

可谁都没想到，差了两百多岁的两位大佬，竟然跨越时空，来了一场巅峰对决。

天黑请闭眼……

欢迎来到——

物理学狼人杀！



一、**1**号发言陈述：麦克斯韦

韦仔，苏格兰人，在律师父亲的调教下，从小就对数学产生了浓厚的兴趣。

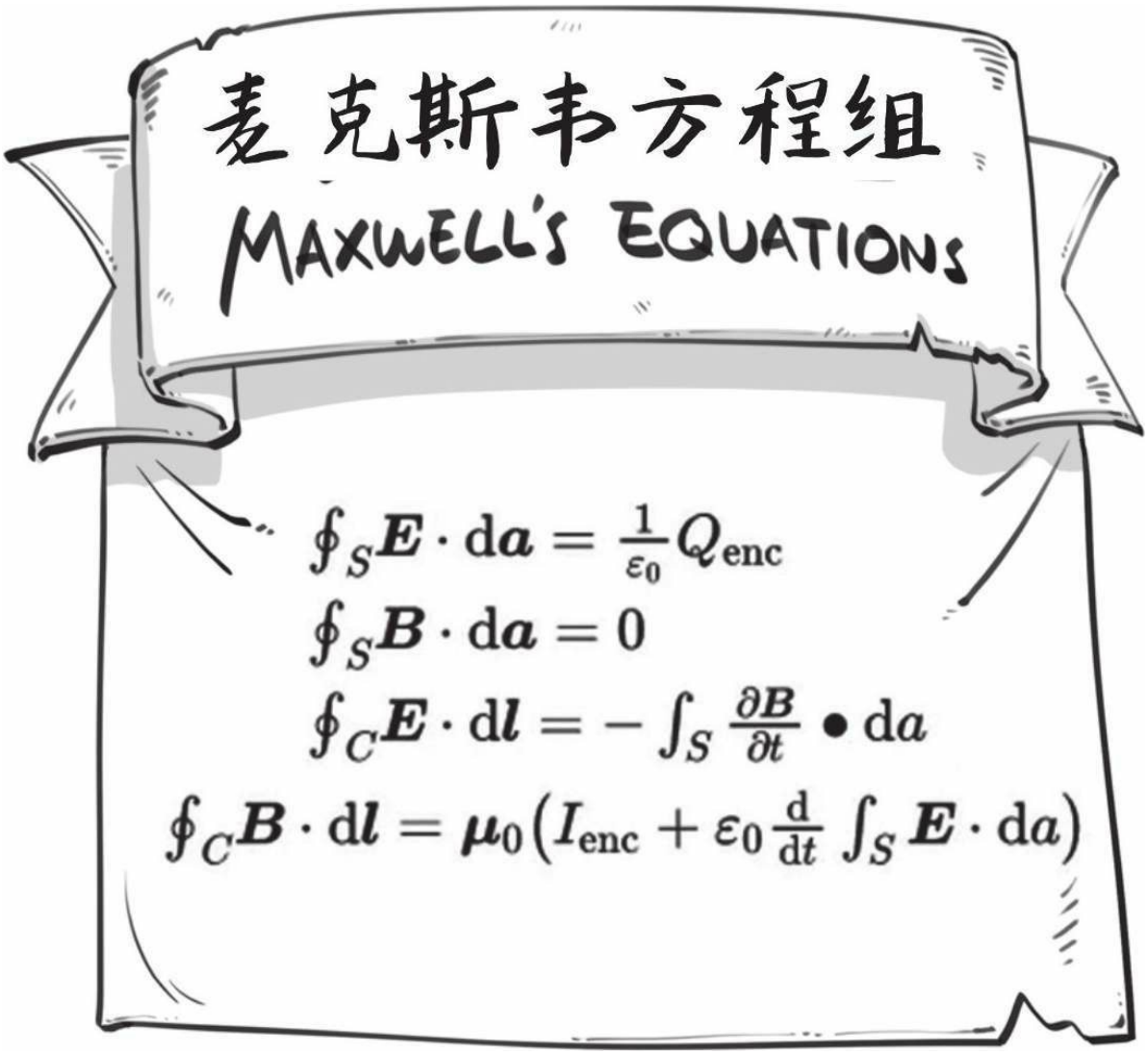
长大后被送到当地有名的少年班——爱丁堡公学。年少有为，十六岁就当上了大学生，学习成绩一直名列前茅，典型的别人家的学霸。

从前有棵树，叫高数……

旁边有座坟，叫微积分……

后来，他把目光聚焦在了电磁学，并用数学的方法，总结了一套规律，算出了电和磁之间的关系。

这就是令人闻风丧胆的——



这个方程被誉为最美的公式，它是如此清晰，好比那一汪清泉河；它是如此优美……好吧，我编不下去了。

什么玩意儿！

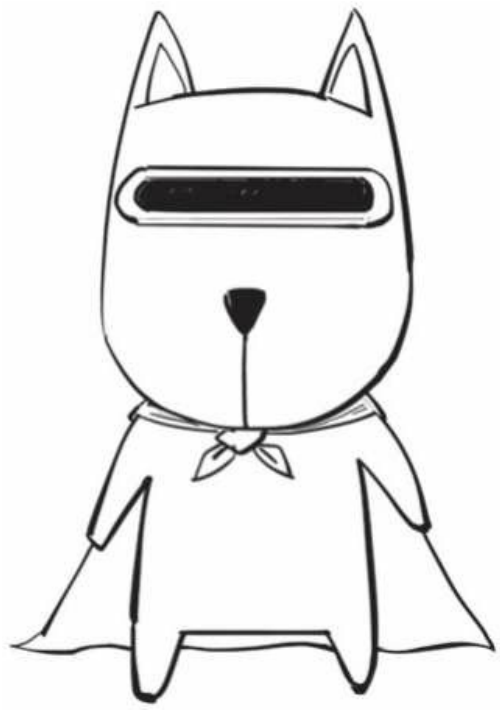
STONE

稳住!别急!

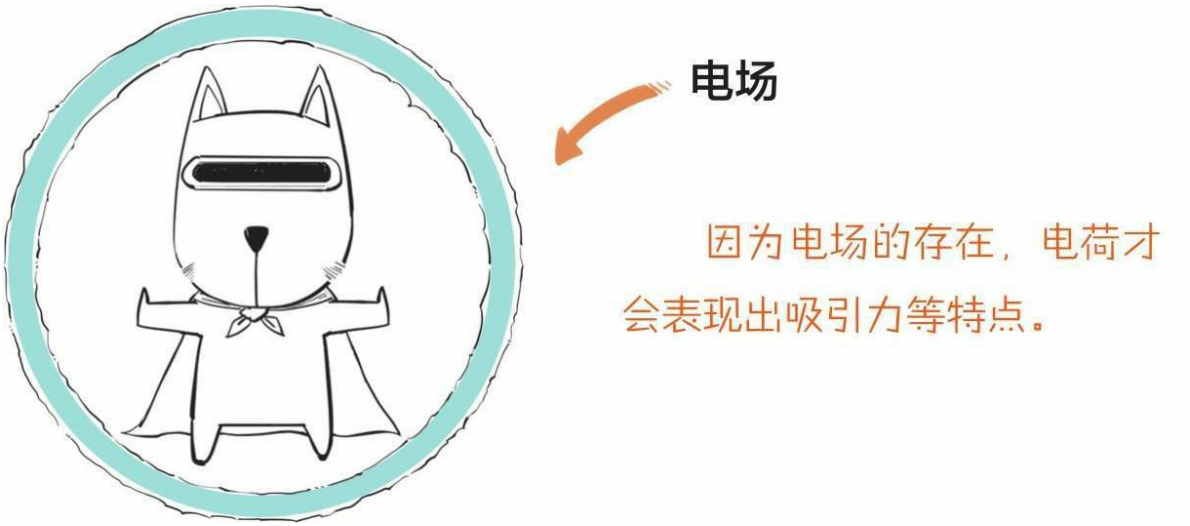
如果混子哥告诉你，你也能搞懂这个方程组，你信不？

来，我们来听个故事。

话说，世界上有一种东西叫电荷。

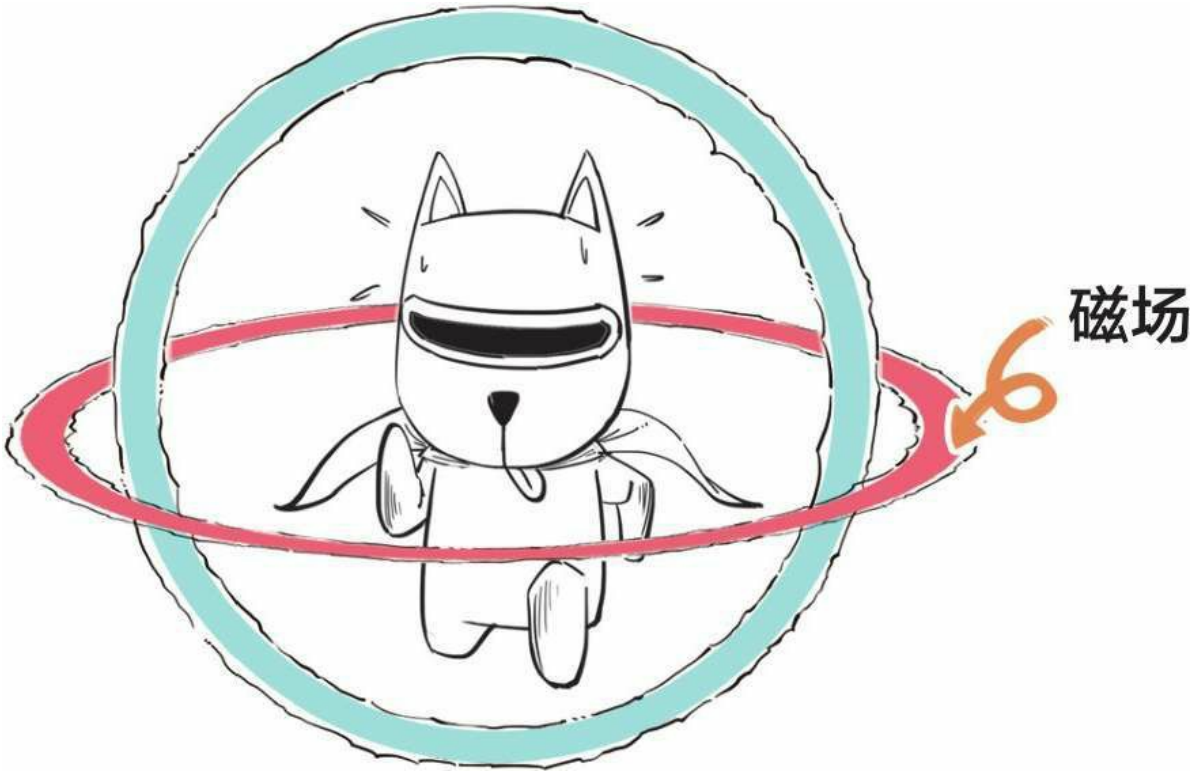


甭管它在干啥，它的周围都有一种神秘的物质，叫——

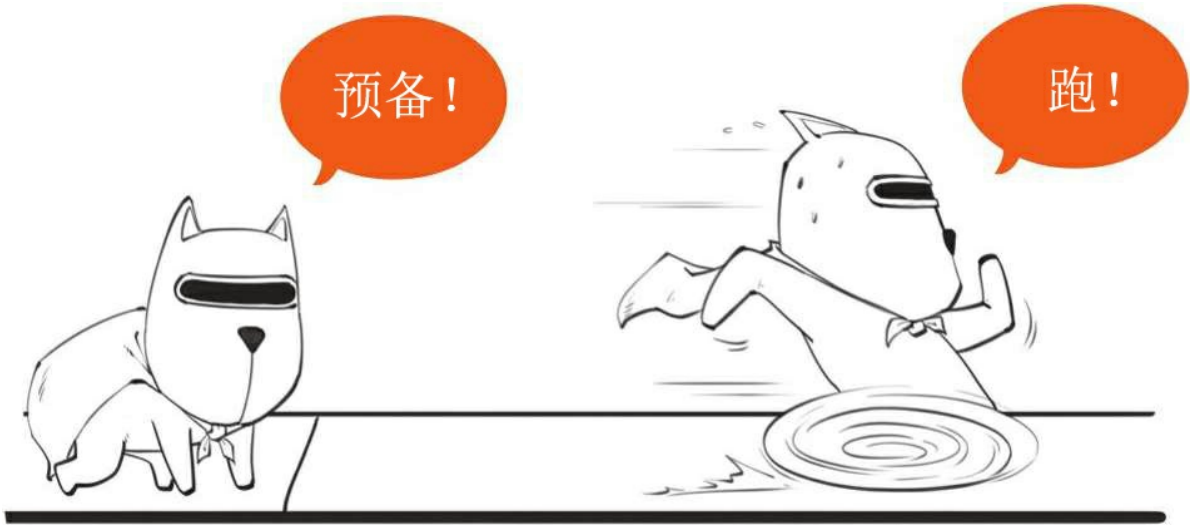


因为电场的存在，电荷才会表现出吸引力等特点。

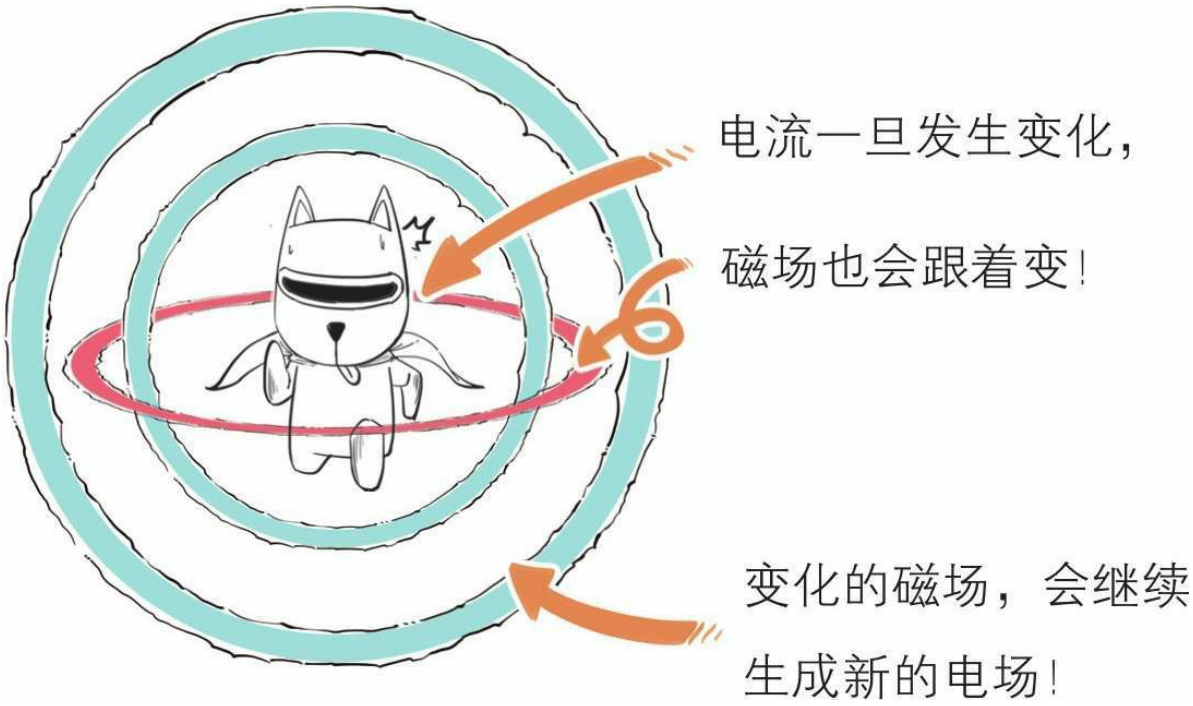
而电荷一旦跑起来，形成了电流，就会形成另一种神秘的物质——



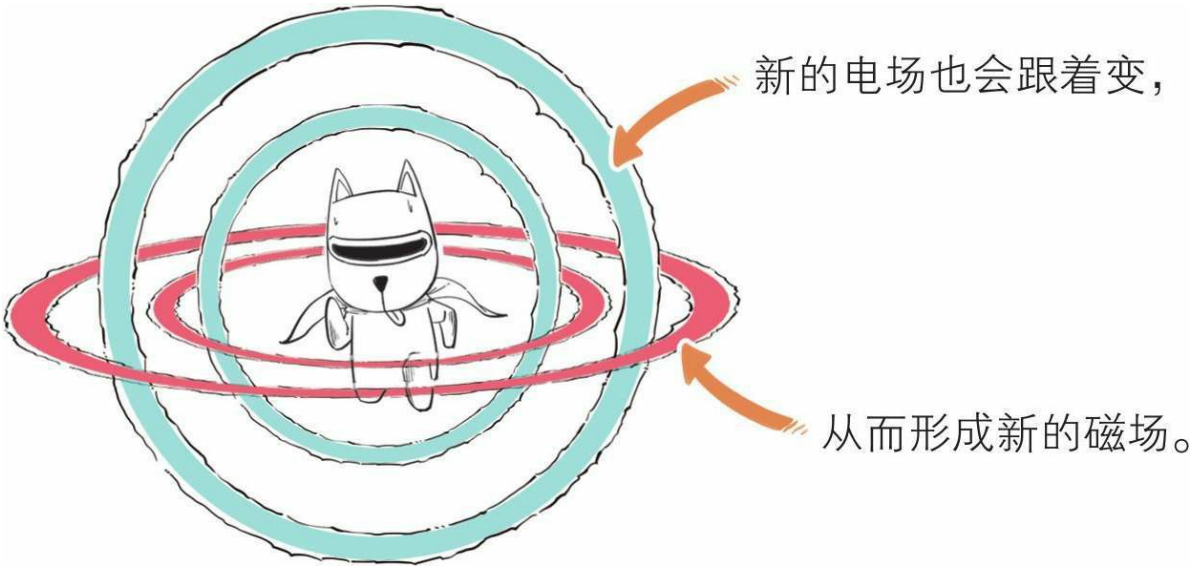
如果我们让电流也变化起来……



神奇的连锁反应就发生了。根据电磁感应理论，

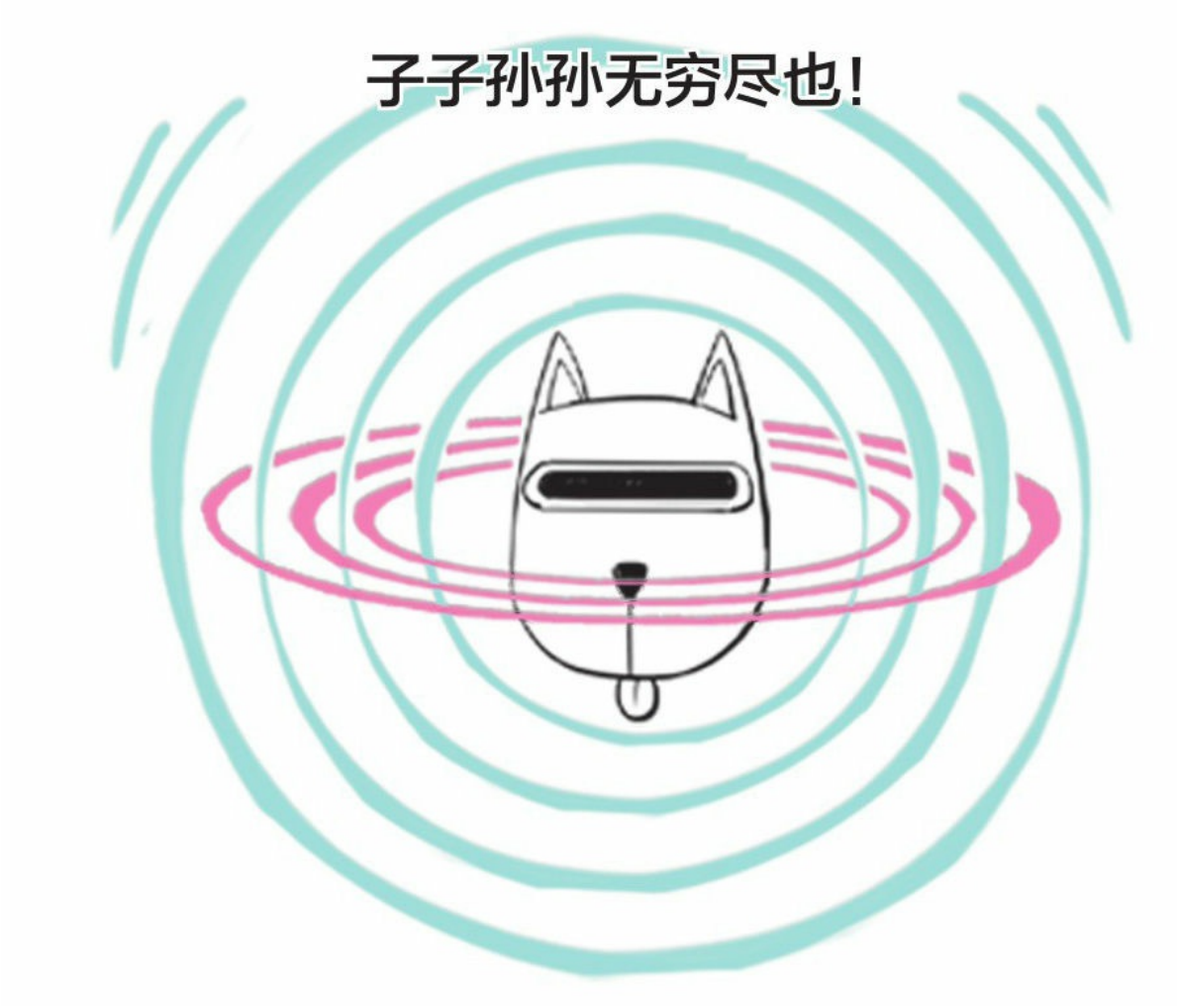


而因为所有东西一直在变，



恭喜你!一不小心就搞懂了麦克斯韦方程组的实际含义。

更天才的是，根据上面的推理，韦仔做出了一个大胆的预测：如果变化的磁场能生成新电场，变化的新电场又能生成新磁场，这么循环往复……

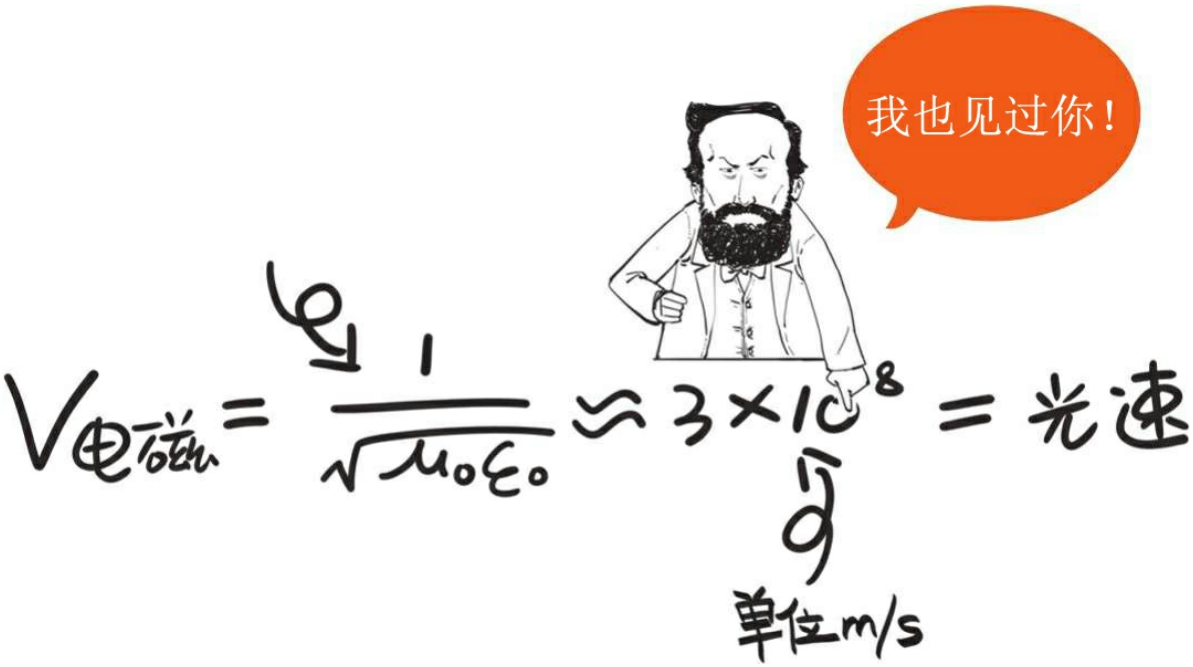


这就是传说中的电磁波。

就这样，麦克斯韦用数学推演做预测，抽到了电磁波这个盲盒。

不过更神奇的还在后头，韦仔不仅预言了电磁波，还顺手计算出了它的速度。

他通过一种方法(说了你也不明白就干脆不说)，得出电磁波在真空中的速度，竟然是一个常量!



而且这个常量，和当时测出的光速，是惊人地一致!

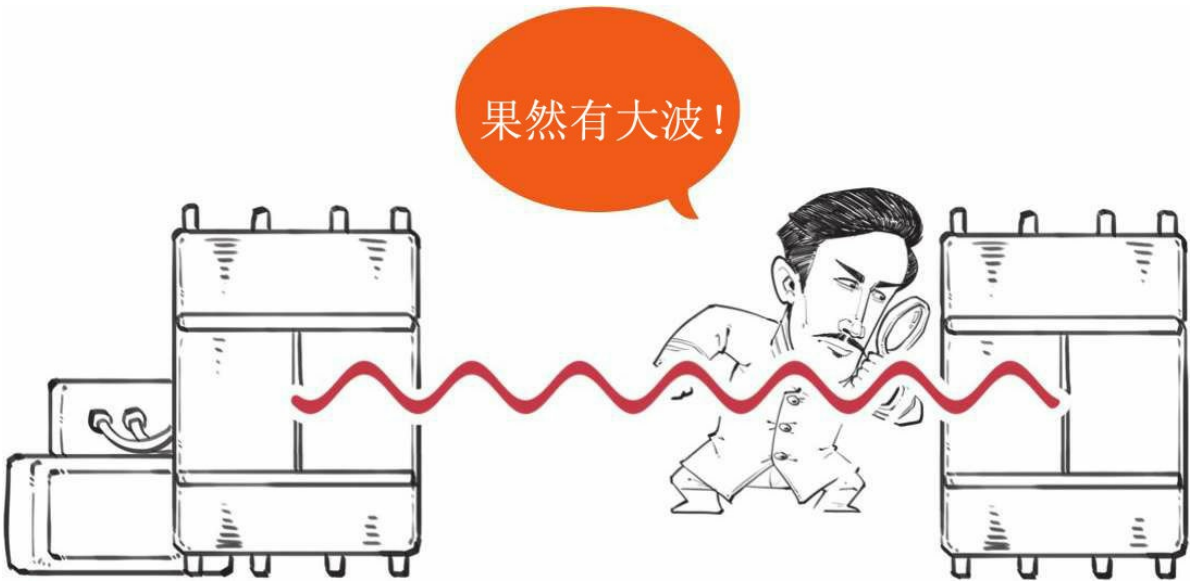
真相只有一个——

光就是一种电磁波！

这就是麦克斯韦的第二个预言。这条微博一出，立马上了热门话题榜。

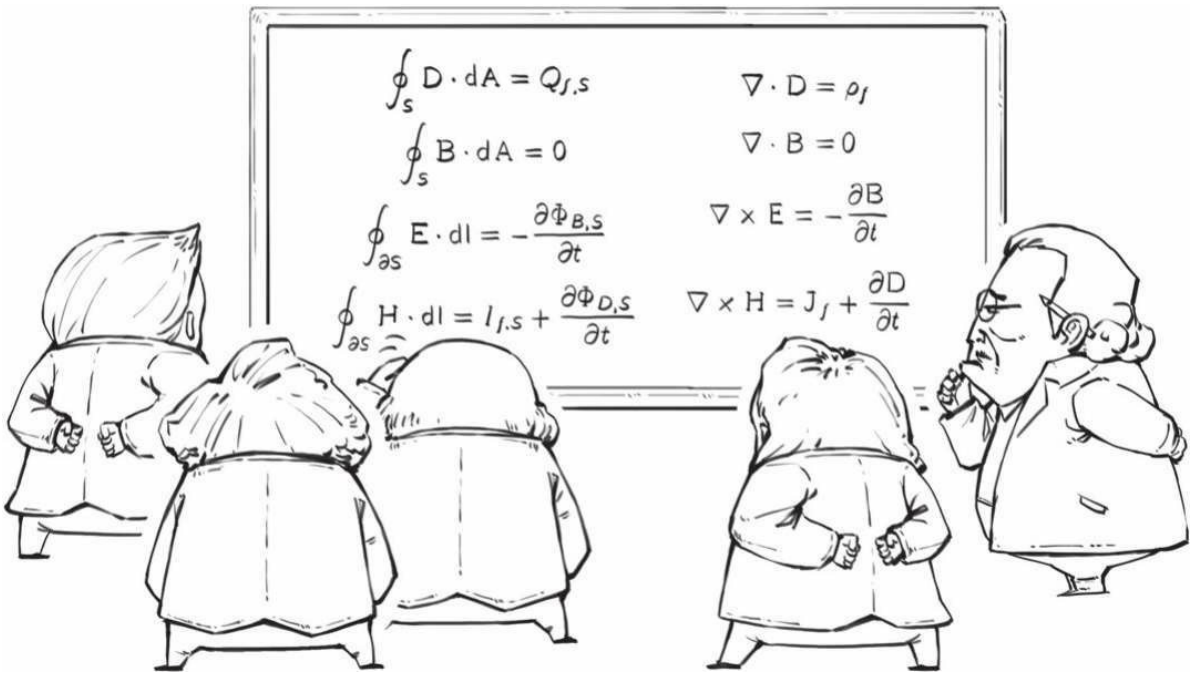
各路物理学家，纷纷点赞转发。

可惜韦仔没活到预言被证实的那天。他死后没多久，一个德国小青年就通过实验，证实了电磁波的存在。

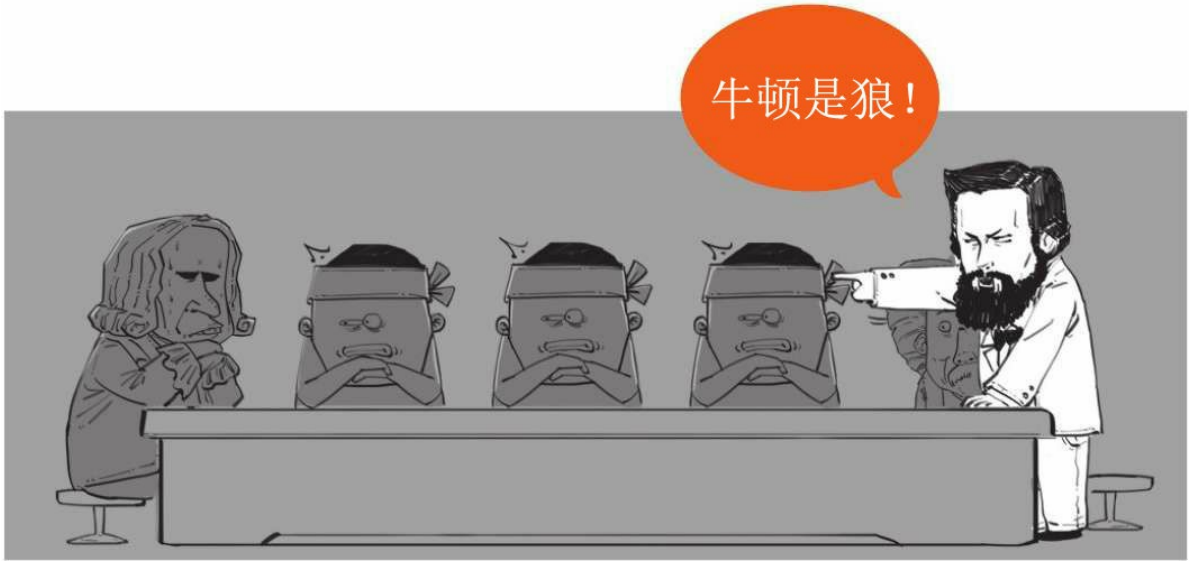


这个小青年就是赫兹。后来，为了纪念他的贡献，就把赫兹定为频率的单位。

大家发现，麦克斯韦太神了，吹的牛居然都成真了，所以对他留下的理论，大伙都深信不疑，并纷纷开始进一步研究。



可研究着研究着，就发现了不对劲，貌似韦仔的理论背后，还藏着一个异常可怕的预言。到底多可怕呢？



二、**2**号发言陈述：牛顿

牛顿，三观不正，五官还行，不仅物理能力顶天，数学能力更是逆天。

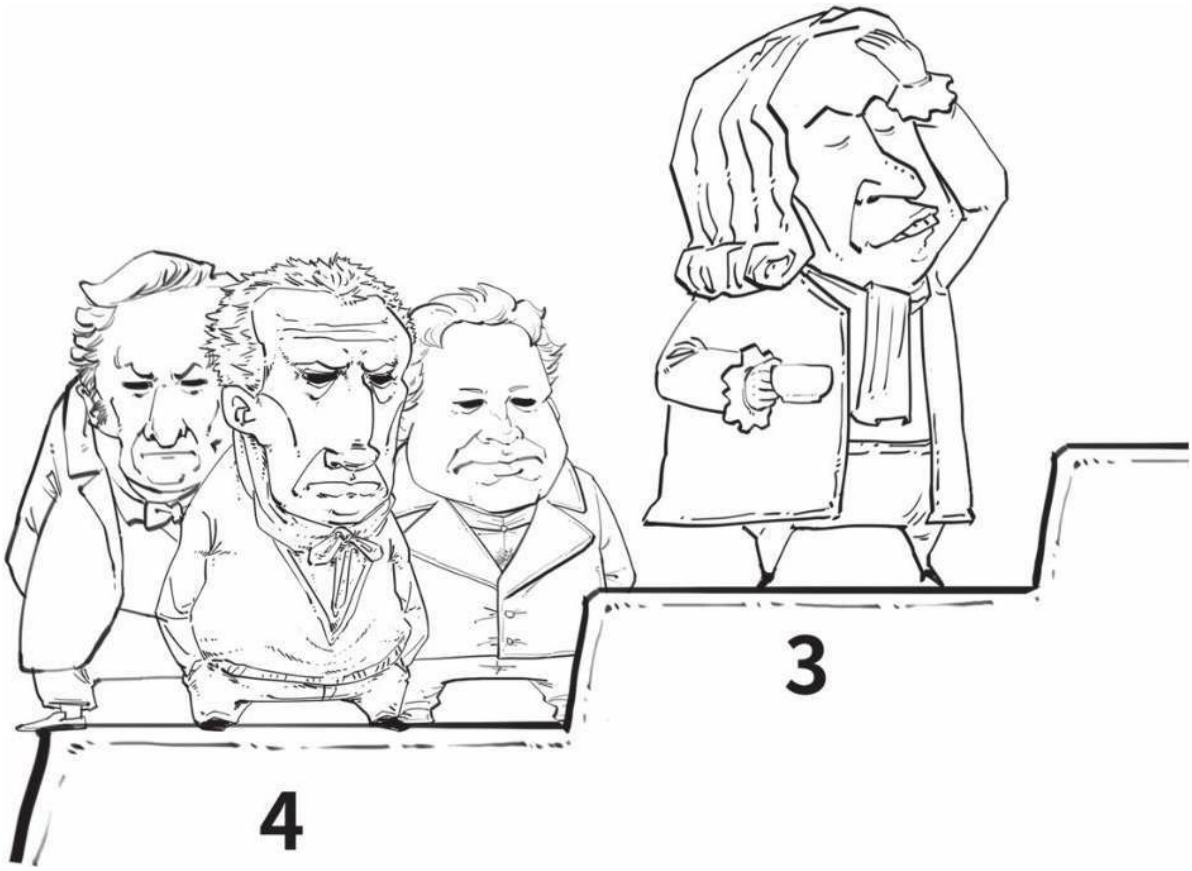
从前有棵树，叫高数……

旁边有座坟，叫微积分……

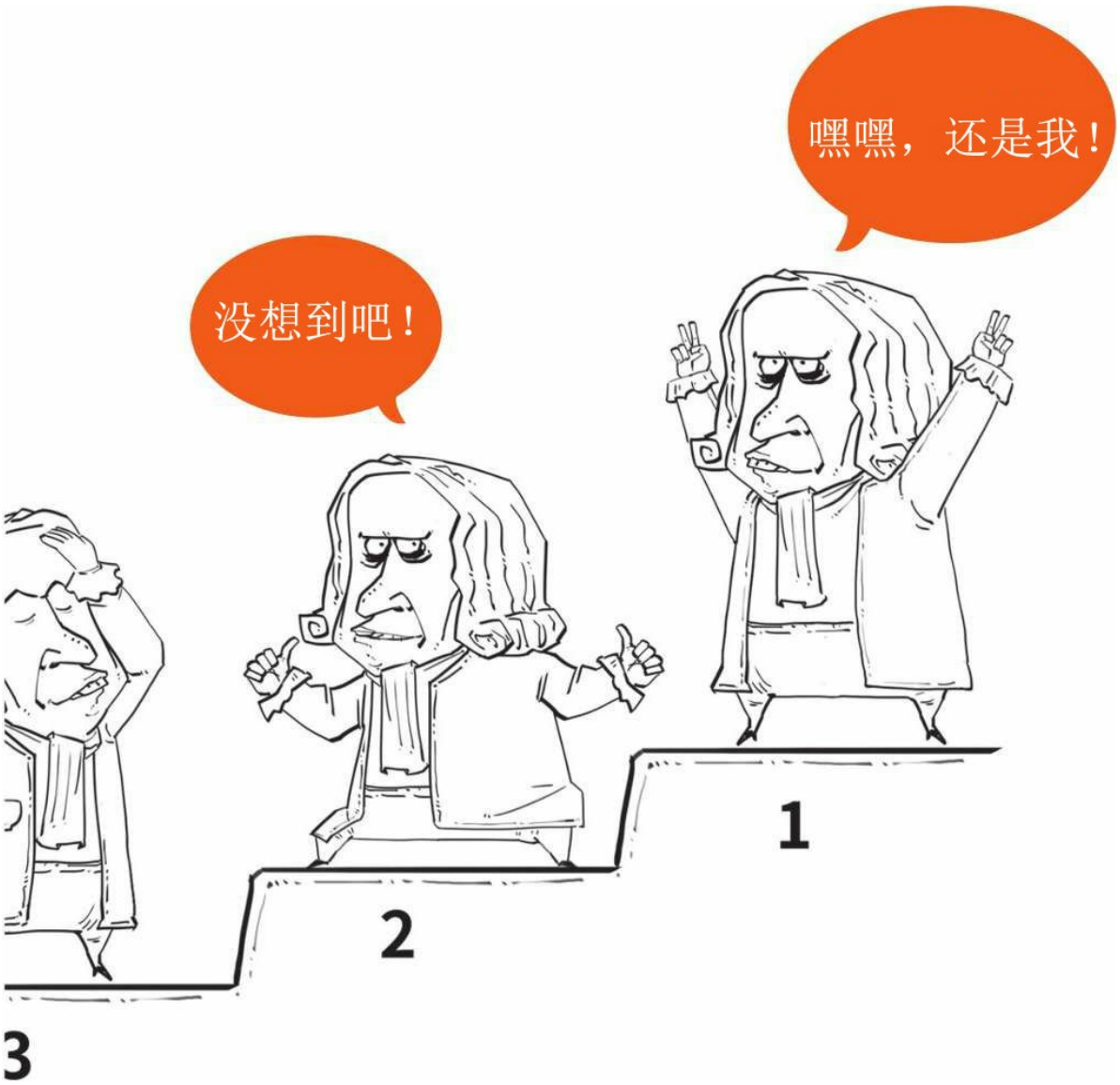
老子挖的！

当然关于微积分是谁发明的，牛顿和莱布尼茨吵了十来年没有定论。现在的说法是，这哥儿俩都是微积分的发明者。

作为站在物理界鄙视链顶端的男人，在牛哥心中，其他物理学家排第四，自己呢？排在第三……



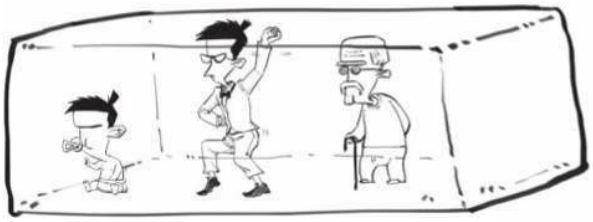
……第二，还有第一……

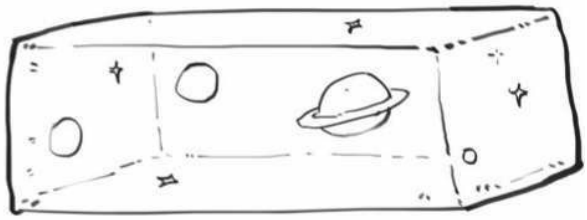


这就是传说中的牛顿第一定律、牛顿第二定律、牛顿第三定律。

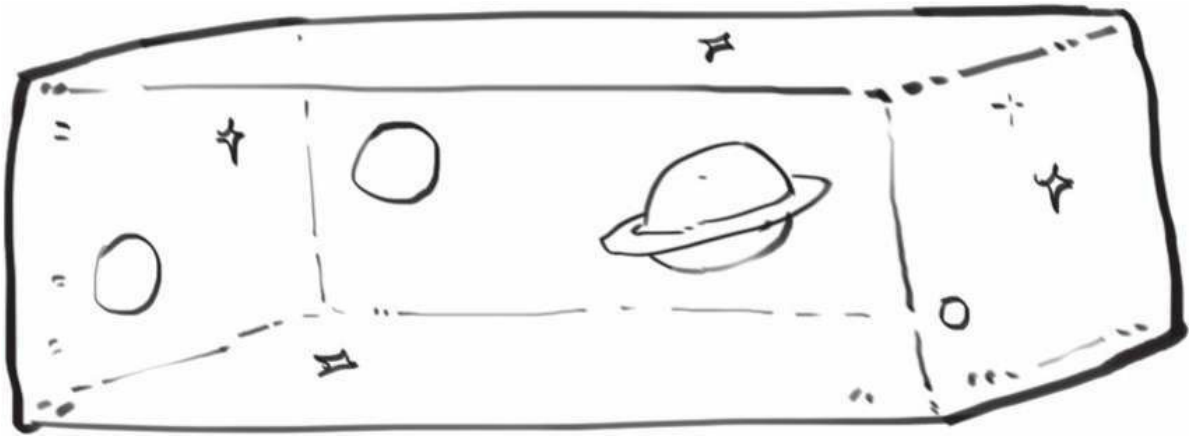
总之在他的世界观中，世界上除了自己绝对厉害之外，只有两个东西是绝对的：

时间 和 **空间**





大致意思就是：时间的流速、空间的形状不会随着物质运动状态的改变而发生改变。

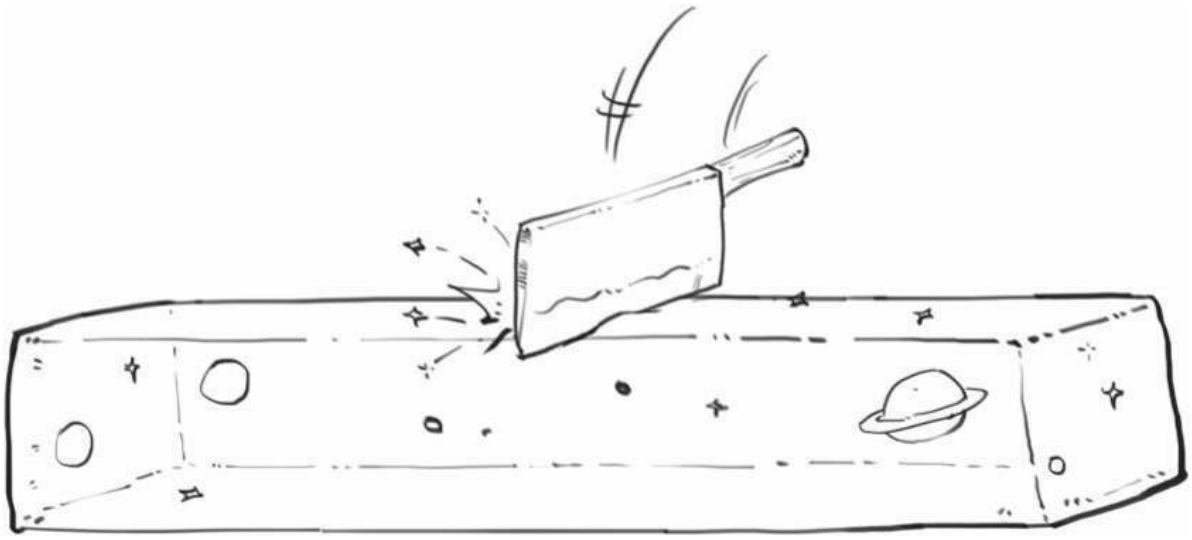


这就是牛顿的绝对时空论。

牛顿用三大定律和万有引力定律亲手搭建了经典物理学的大厦，称霸武林两百多年，大家都奉为真理，无人可以撼动。

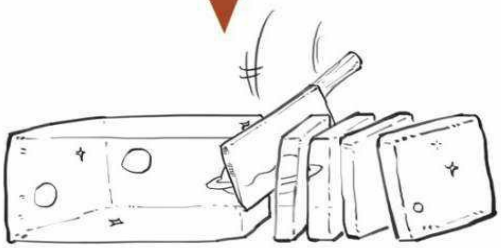
而麦克斯韦方程组的出现，补充了牛顿理论原本缺失的部分。牛哥的理论和韦仔的理论共同构成了经典物理学的地基。

在经典物理学当中，辐射电磁波的能量是连续变化的，可无限分割，能取任意的值。



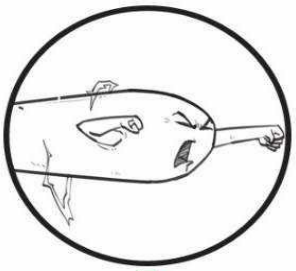
而牛哥和韦仔没想到的是，电磁波的发现，勾起了大伙儿的兴趣，针对电磁波的两个问题展开了研究，还得出了结论。

1. 电磁波传播的介质



能量有最小的变化单位！

2. 电磁波辐射的性质



时空会变！

正是这两个研究结果，彻底推翻了牛哥的绝对时空和能量的连续变化假设。

这就好比，物理学的大楼上飘过来两朵乌云。

于是科学家们针对这两朵乌云，展开了各种研究，结果发展出两门很厉害的学问——

后面我们就接着讲

爱因斯坦与相对论。

天黑请闭眼……

女巫请睁眼。

你有一瓶毒药要用吗？

天亮了！

牛顿，出局！

麦克斯韦，出局！

四、极简爱因斯坦传

书接上回。热心市民牛哥和韦仔发挥余热，建立起了经典物理学的大厦，从此称霸武林。

结果后来这座大楼上，飘来两朵乌云……

接下来几篇，混子哥就跟你聊聊爱因斯坦和他的相对论，以及量子力学派的大咖们。

上一篇咱们留了个小悬念，那场狼人杀的结局，就是爱因斯坦使用女巫角色，跳出来用毒药踢牛顿出局。

这瓶毒药就是相对论。

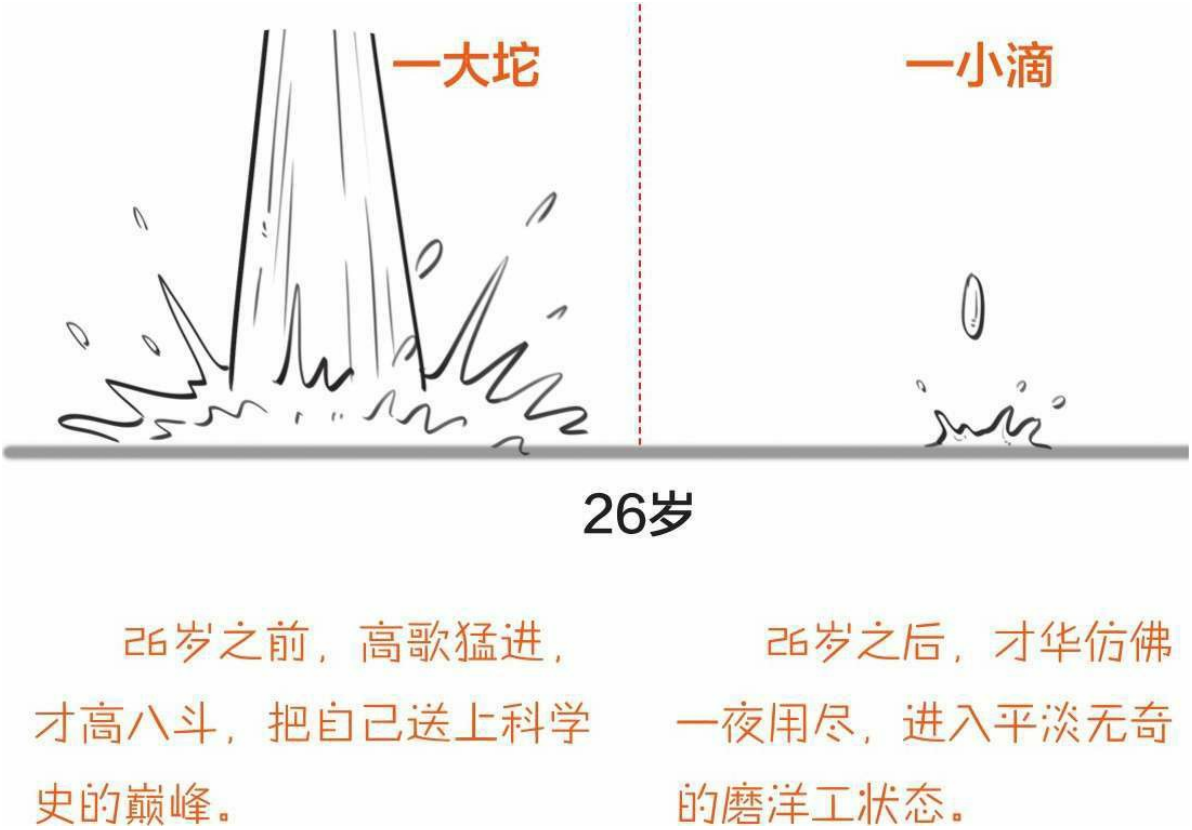
简单地讲，就是牛顿说时间和空间是绝对的、不变的。爱因斯坦发了篇论文，说时空会变，是相对的。

这篇论文的内容就是相对论。除了这个，爱因斯坦还搞出了质能方程、光电效应、布朗运动啥的。是不是很厉害？

问题来了，这位厉害的“女巫”，你真的了解他吗？

没关系，混子哥了解啊，相对论原理先不急，本篇先带你走进——

假如才华能走量，纵观爱因斯坦的一生，才华的输出过程大概是下面这样。

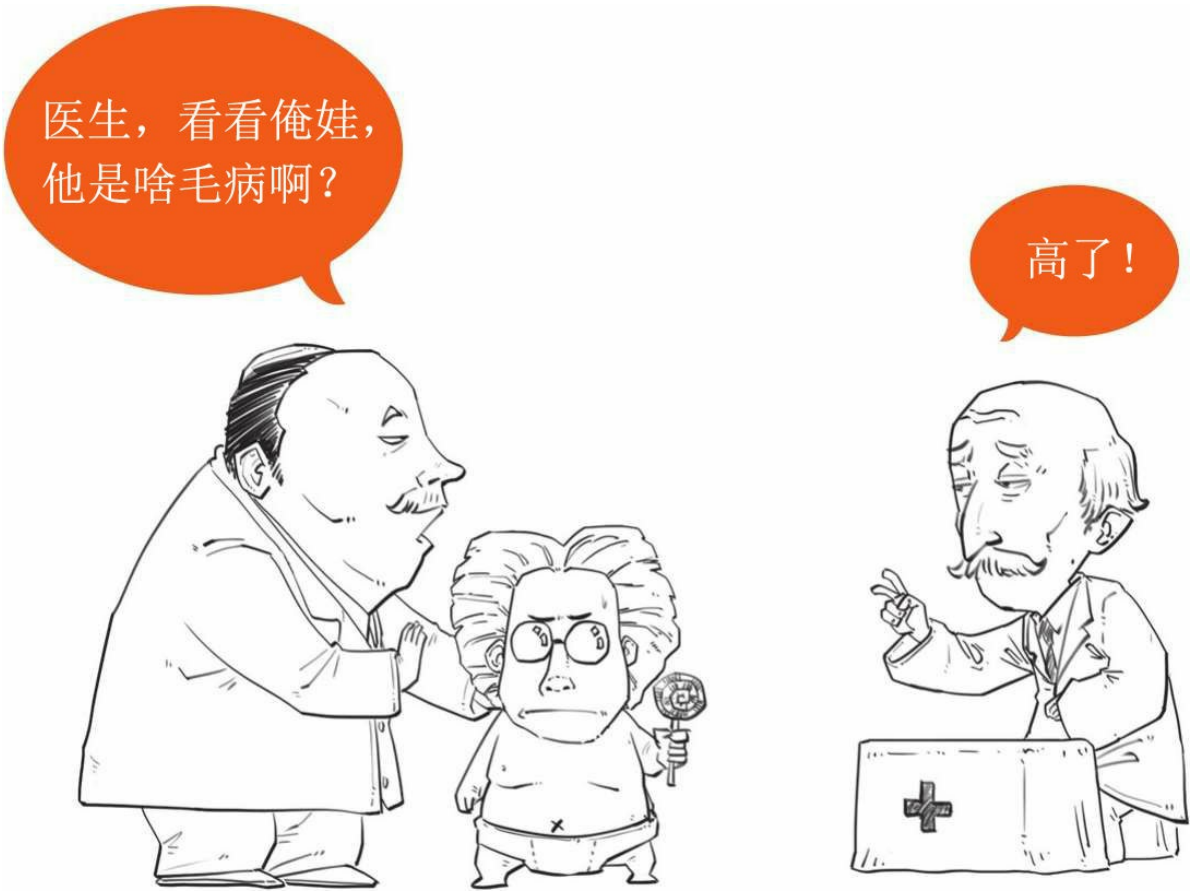


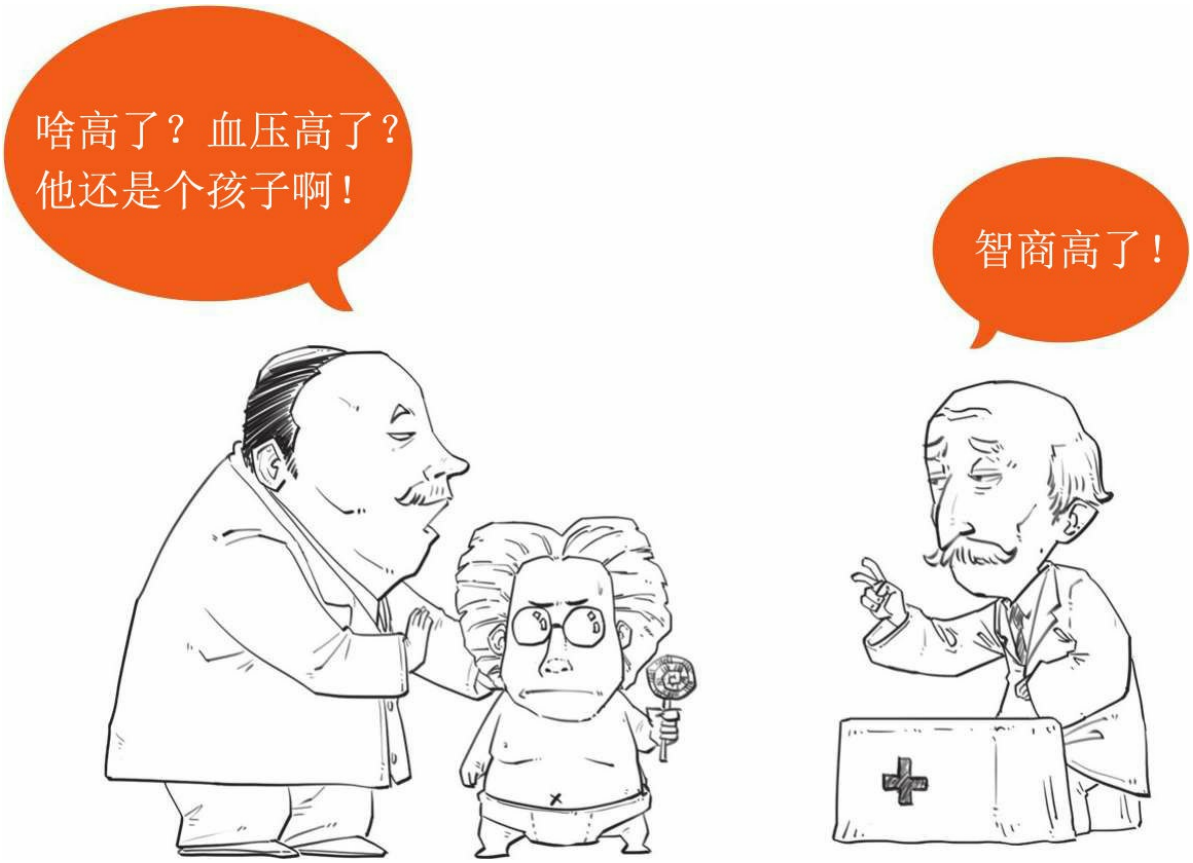
我们先来看看，26岁前爱因斯坦的快意人生。

一、高歌猛进，才华一大坨

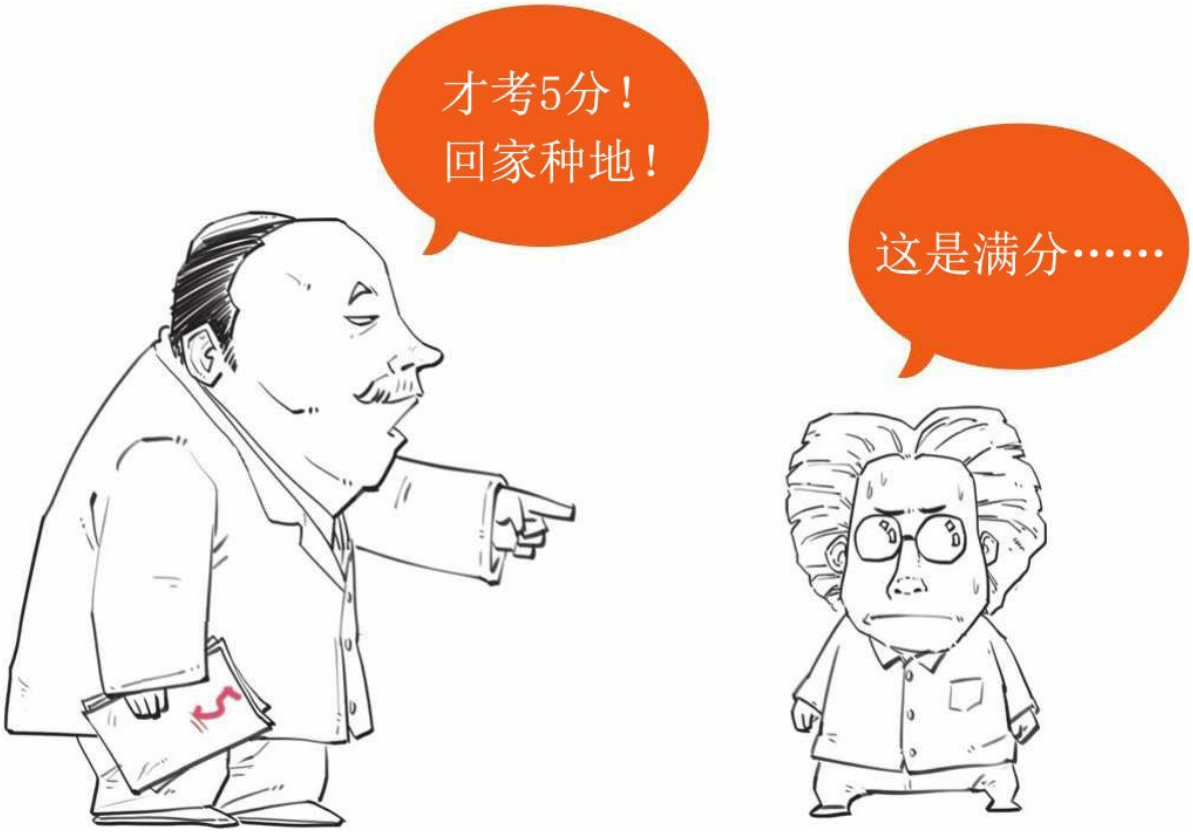
爱因斯坦老家在德国，老爸做点小生意，所以小时候日子过得还算美滋滋。

但很快他爸妈有点慌了，因为爱因斯坦吃饭睡觉打豆豆样样精通，唯独不怎么会说话。怕不是个智障吧？于是他爸妈赶紧带他去看医生。


医生，看看俺娃，
他是啥毛病啊？
高了！



虽然不怎么会说话，但爱因斯坦从小智商一直在线，小学数理化就门门考5分。



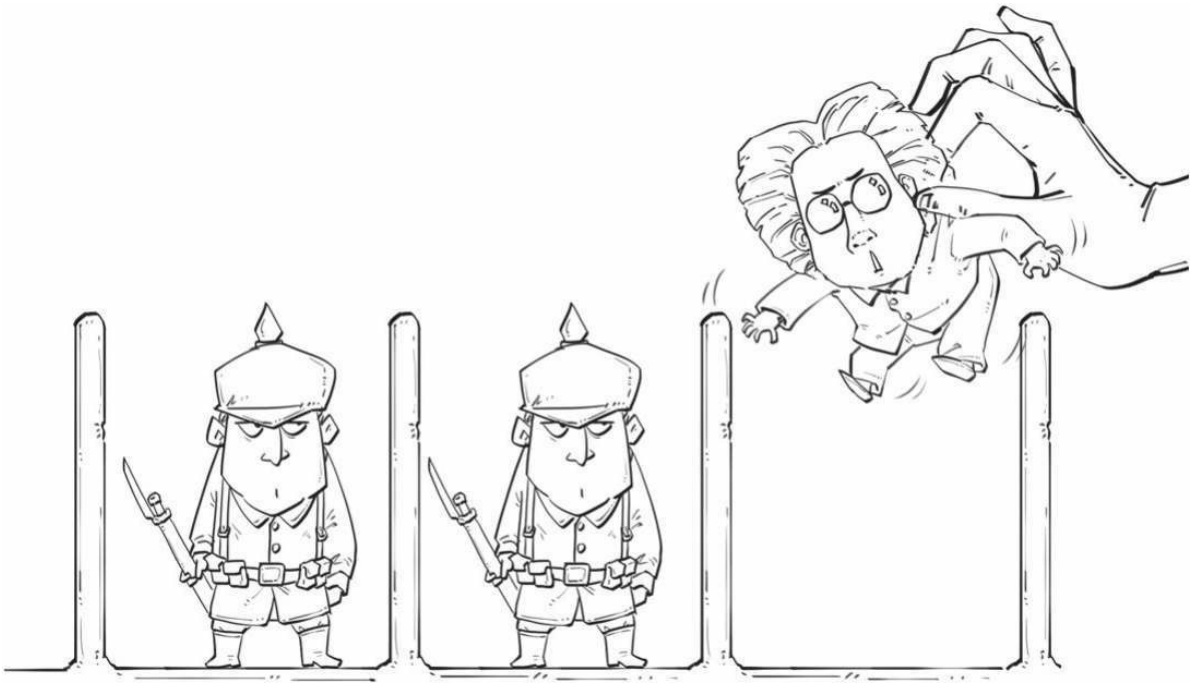
这里混子哥给大家辟个谣：要知道，当时德国小学考试的满分是5分，所以爱因斯坦学习差的说法纯属造谣。

你以为人家就只能考个满分？

九岁时，我们地里玩儿泥巴，爱因斯坦已经上了初中；十六岁时，我们玩儿命解函数，而人家已经自学完了微积分……

正当爱因斯坦在知识的海洋里“兴风作浪”时，他发现人生快要成为一道填空题，没选择了。

当时德国规定，十七岁的男孩子必须参军。



对爱因斯坦来说，当兵是不可能当兵的，说向左转就不能向右转，太没有自由了！

于是他把填空变成选择，跑去隔壁的瑞士留学。

后来，他还考上了瑞士的一所顶尖大学。这所大学群英荟萃，高手如云。

在如此多的精英中，怎么才能出类拔萃、与众不同呢？为此爱因斯坦主要朝两个方向努力——

努力逃课 和 努力恋爱。

先说逃课。

在逃课这件事上，他可是一朵奇葩。一般人逃课，要么不爱学，要么学不会，破罐子破摔。但他不一样。

他逃课，是去泡图书馆。

就算身体不逃课，心依旧在逃课。

总之老师在不在，都一个样。

逃课就罢了，据说有一次，学校刚颁布一条新的纪律，爱因斯坦就反对，说学校应该让学生自由点，尤其是思想上要自由。

再说恋爱。

在爱情上爱因斯坦同样出类拔萃。有多出色呢？他成功搞定了班花。

对了，他们班只有一个女生。

所以整个大学期间，爱因斯坦逃课、违纪、搞对象，活脱脱一个追求自由、爱叛逆的追风少年。

当然，一个人浪久了，难免会闪到腰，爱因斯坦也不例外。毕业即失业，眼见小李当了教授、小王继承了祖业，爱因斯坦却迟迟找不到工作。

最终在同学的帮助下，他获得了一份“搬砖”的工作：专利局的小员工。

这对爱因斯坦来说明显大材小用了。别急，人生好比股票，跌了才有机会入手。所以接下来爱因斯坦该忙着抄底了！

专利局的工作太过小菜一碟，他有了大把时间和精力自由做白日梦了。

比如，他想如果自己变身超级塞尔达，不，变身超级追光侠，去追一束光……

会发生什么呢？

夸父

就算下班坐公交车时，也要趁机做梦。

如果公交车开始以光速飙车，在车里看外面的事物，会是什么样？

爱因斯坦把自己的这种白日梦，叫作思想实验。

估计是白日梦做多了，到1905年，爱因斯坦突然脑袋开光，接连发表了好多篇论文。

那他都在研究什么呢？

关于光电效应的，讲的是光和电子的事情。

就是布朗运动，研究分子是咋运动的。

也就是著名的狭义相对论，研究出时间和空间会变。

也就是质能方程，研究质量和能量是咋转换的。

下面是这四篇论文的题目，有兴趣的同学可以找来看看。

光电效应：《关于光的产生和转化的一个试探性观点》

布朗运动：《热的分子运动论所要求的静液体中悬浮粒子的运动》

狭义相对论：《论动体的电动力学》

质能方程：《物体的惯性同它所含的能量有关吗》

这几篇论文有多厉害呢？

这么跟你说吧，现在看来，其中至少四篇能获得诺贝尔奖。

大家也要记住1905年，这一年被称为爱因斯坦奇迹年。还记得1666年吗？那一年叫牛顿奇迹年。

但是很抱歉，别说得诺贝尔奖，连锤子奖都没有。

行吧，就算没得诺奖，至少可以出个热门话题，然后一夜爆红……

可能红了一点点吧!

所以，这时候的爱因斯坦活成了一个炮仗，炮芯着了火，冒了烟，但就是……

为什么会这样呢？首先，当时科学界不承认爱因斯坦这号人物。

因此他的论文没有被大家重视。

其次，他的论文太超前，大家看不懂。

你以为超前就完事儿了？不!他可是爱因斯坦，叛逆才是他的主打歌，不止五官，连三观也给你毁掉。

至于怎么毁的，我们下篇再讲。

关键是，牛顿多牛，大家都知道。这时的小坦呛牛顿，就好比混子哥说周润发演技有毛病，你说有几个人能信？

但也不是没人理解，千里马遇伯乐，小坦也遇到了理解自己的大神：马克斯·普朗克。

当时，普朗克是科学界的顶流，他很赞赏小坦的光电效应论文，为此两人还专门约了一面。

至此，爱因斯坦才华用掉大半，学术上嘛，达到了巅峰；名声上嘛，还是十八线科学家。

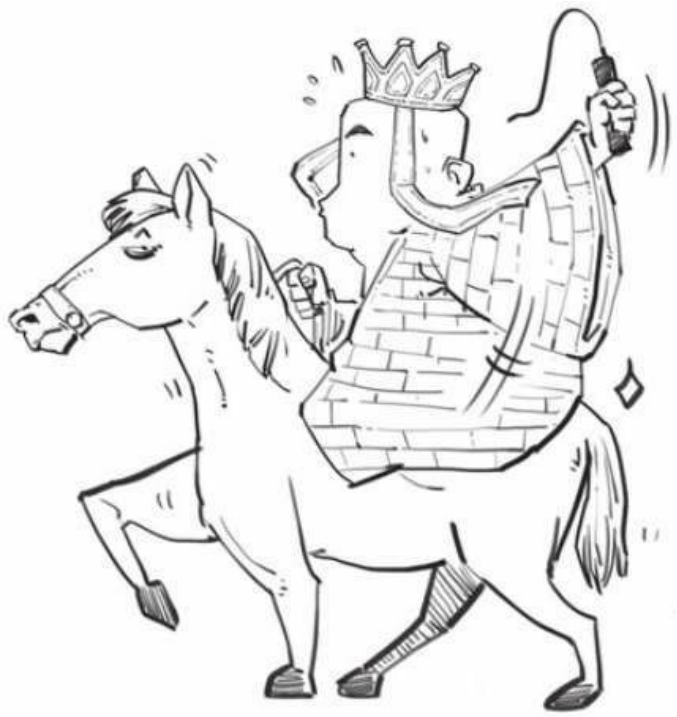
爱因斯坦要升级成为顶流科学家，还得继续输出才华。

二、最后一滴才华

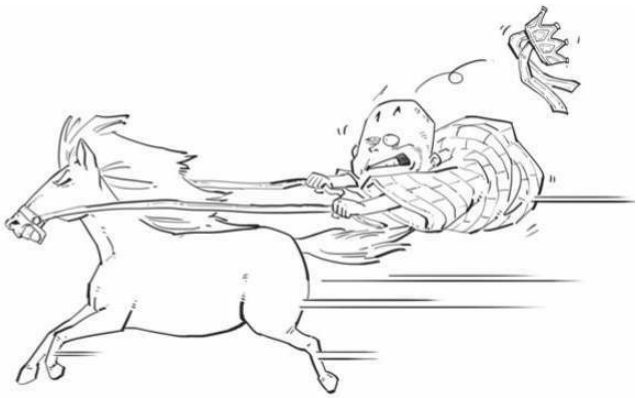
在提出狭义相对论后，小坦突然变身处女座，觉得这套理论不够完美。

哪里不完美？

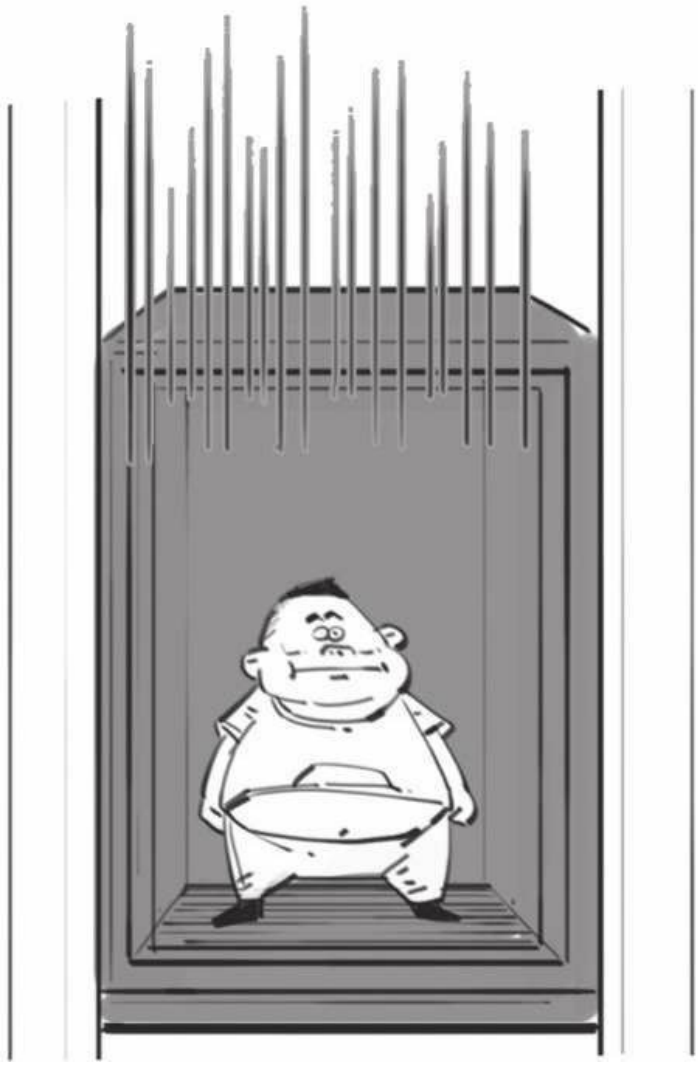
狭义相对论主要解释的是匀速和静止运动。



但是没办法解释变速运动。



比如，它就不能解决下面这个问题：



小胖正在乘坐电梯，

忽然电梯绳被压断，

小胖就会和电梯一起下坠……

爱因斯坦问：电梯为什么不上天，而是入地？

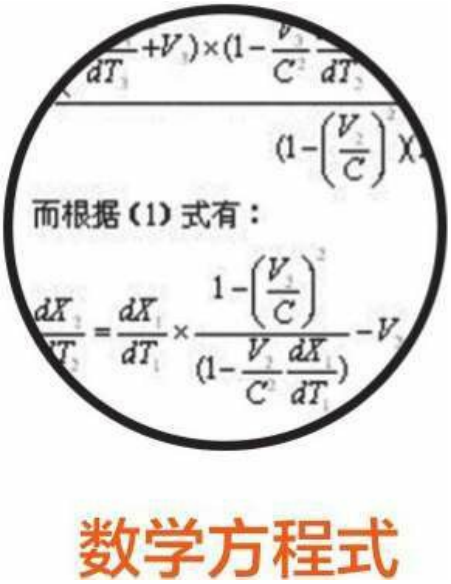
爱因斯坦认为物体下落，不是因为引力，而是空间被扭曲后压下去的……

好了好了，别琢磨了，知道你们不懂。没关系，我们会在下一篇详细讲到。

总之，1907年，爱因斯坦又在脑海中构建出了广义相对论。

科学家不是小说家，饭可以乱吃，话万万不能乱说，所以他还得证明自己没说错!

小坦得拿出两样证据。



得用数学方程式论证出来。

得用日全食照片证明空间会被扭曲。

他开始死磕数学公式。怎么个死磕法呢？

死磕前

死磕后

死磕好几年后，才得到正确的论证方程式。至于日全食这事儿，爱因斯坦是业余的，还得靠天文学家帮忙。

但拍日全食可不是拍美食，没那么简单，需要天时地利人和，再加上当时战乱，所以直到几年后，大家才最终通过日全食照片得出结论——

最终精准拍到日食照片，验证广义相对论准确性的，是美国科学家威廉·坎贝尔。

整个科学界顿时炸锅，大家的世界崩塌了，三观毁掉了，爱因斯坦嘛，老厉害了！

于是他一夜爆红，变身超级科学家。有多超级呢？从古至今，伟大的科学家无数，但顶级的就那么几个。

他也成了其中一个。

人红“是非”多，爱因斯坦之前的论文也被扒了出来。好家伙，这么优秀!来不及了，赶紧给他发个奖压压惊吧!

1922年，爱因斯坦喜提诺贝尔奖。

温馨提示：爱因斯坦获奖的成就是光电效应，而不是相对论，因为相对论太过颠覆三观，当时还有争议。

相对论搞完了，诺贝尔奖也拿了，要么是累了，不想更秃了；要么就是江郎才尽……反正自此之后，爱因斯坦进入了平淡的钓鱼生涯。

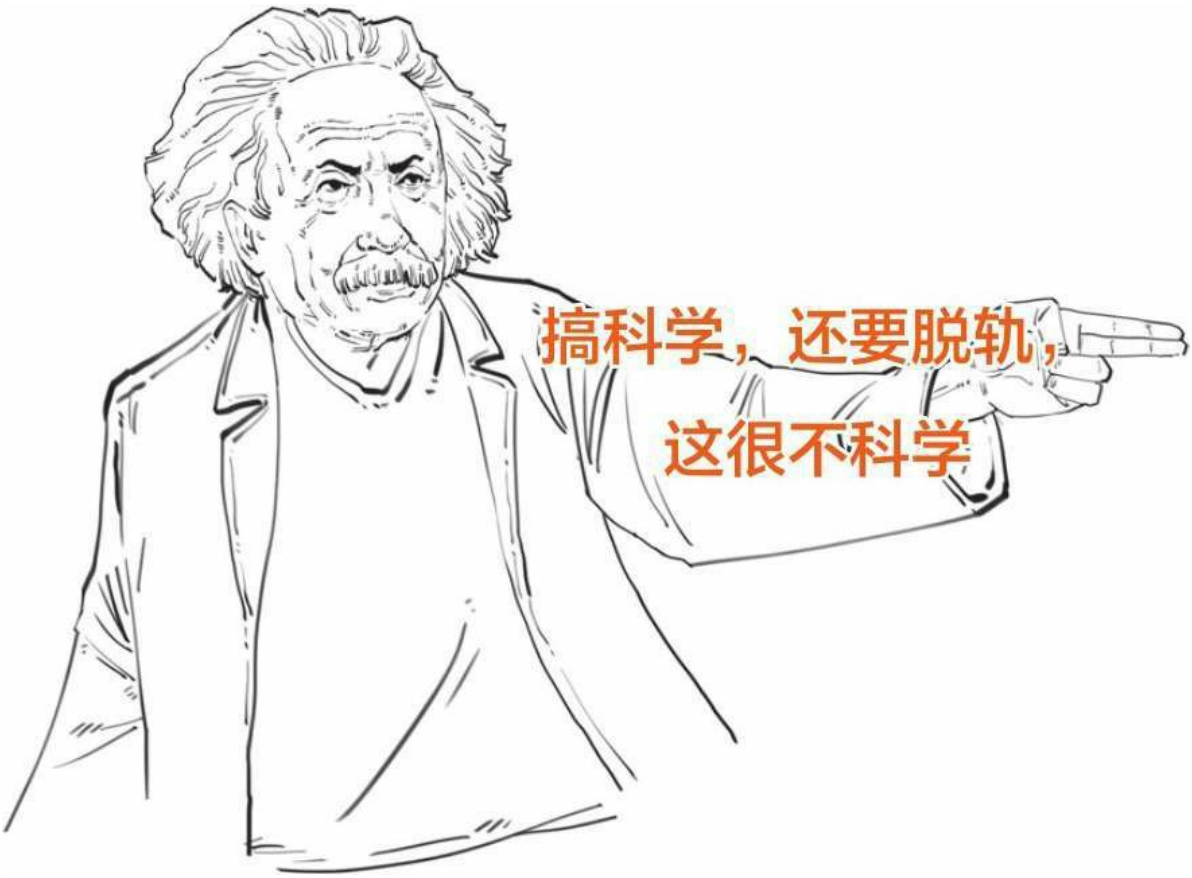
如果你要问26岁之后的爱因斯坦还干了啥？基本上就几件事。

1. 辩论

我们之前说到，经典物理学上空出现两朵乌云，进而发展出两门新学问，一门是相对论，另一门是量子力学。

爱因斯坦艺高人胆大，在量子力学中也做了贡献，就是26岁时发表的那篇关于光电效应的文章。

后来科学家们顺着他的脑回路一通研究，但爱因斯坦发现，大家的研究结果越来越离谱，都脱离自己脑回路的轨迹了。



为了给自己的理论做辩护，爱因斯坦一边动脑，一边动嘴，跟其他科学家玩起了辩论赛。

关于爱因斯坦在量子力学中的贡献和故事，我们会在讲量子力学时详细讲到，所以这里就不多说了。

2. 统一

指学术上的统一，这是每个科学家的终极梦想。

统一，就是把不同的理论联系起来，找出它们相同的本质，比如我们之前刚讲过，麦克斯韦统一了电和磁。

爱因斯坦在相对论中，把时间和空间统一了起来。但统一这事儿，跟诺奖一样，是越多越好，那再统一点啥好呢？

引力场

电磁场

这就是爱因斯坦后半辈子一直在琢磨的事儿——

统一场论。

但很可惜，爱因斯坦发现：

所以直到去世，都没能搞定……

3. 反战

1905年奇迹年后，爱因斯坦虽然没成为当红炸子鸡，但也小有名声了，后来德国挑起“一战”，因为心虚，想拉拢些名人来站台。

结果他一个反手，就在反对德国的文件上签了字。

因为反战，爱因斯坦还差点掉脑袋。

第二次世界大战知道吧？爱因斯坦继续反对德国，希特勒表示很生气。

于是高薪悬赏爱因斯坦的人头。

爱因斯坦讨厌战争和官僚主义，一生都在为反战发声，所以我们可以叫他反战圣斗士！

4. 背叛爱情

大家还记得爱因斯坦大学的班花女友吗？

这段爱情修炼得很到位，他们结了婚生了娃。

然而没多久，俗套言情剧就上演了。

他遇到多年不见的大表姐后，立马放飞自我，移情别恋……

老婆，我爱大表姐，我们离婚吧！
渣男！表姐都能下得去手！
有人连姑姑都不放过……
谁叫我？

所以你看，抛开爱因斯坦天才的一面，其实他也是个凡人，要吃喝拉撒，有喜怒哀乐，有七情六欲，拉屎也要调整坐姿压水花……

神经病啊！

爱因斯坦的一生，潇洒自由爱叛逆，但他对两件事儿始终热爱：

这个天才小老头活了76岁，在1955年的时候，因为脑溢血去世了。

爱因斯坦去世后，有个变态医生为了研究他为什么这么聪明，竟然把他的脑子偷了出来……

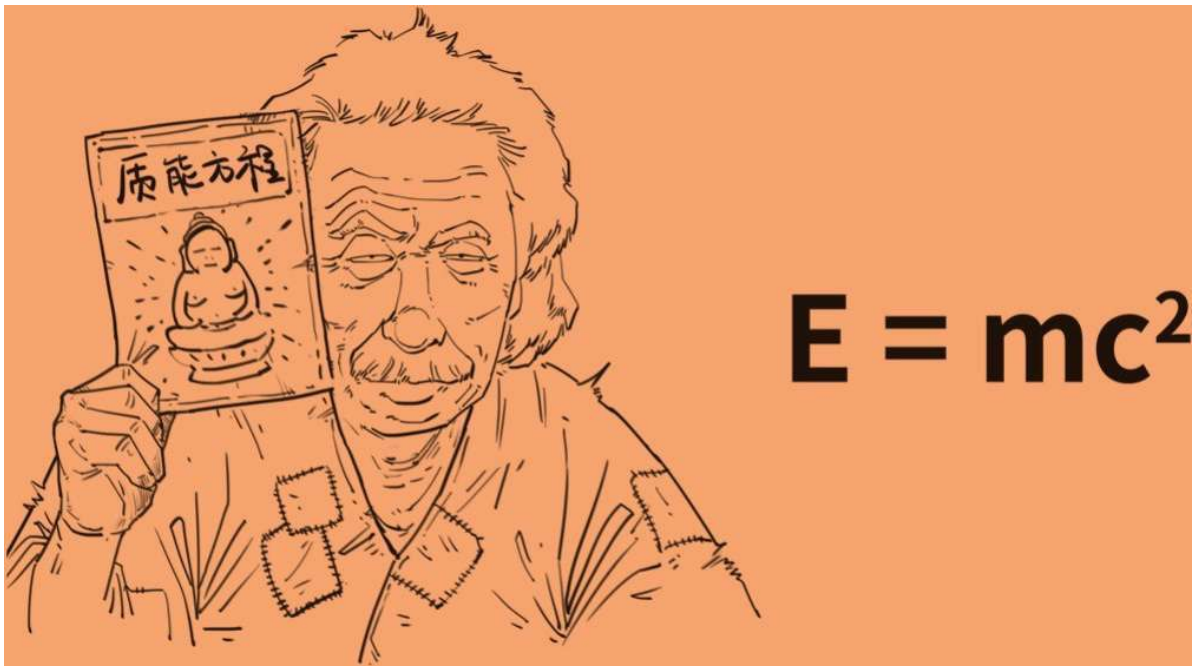
但对爱因斯坦来说，聪明的关键可能就只有一个：让想象自由地飞翔!

接下来，就让我们开始讲他最伟大的两项成就——

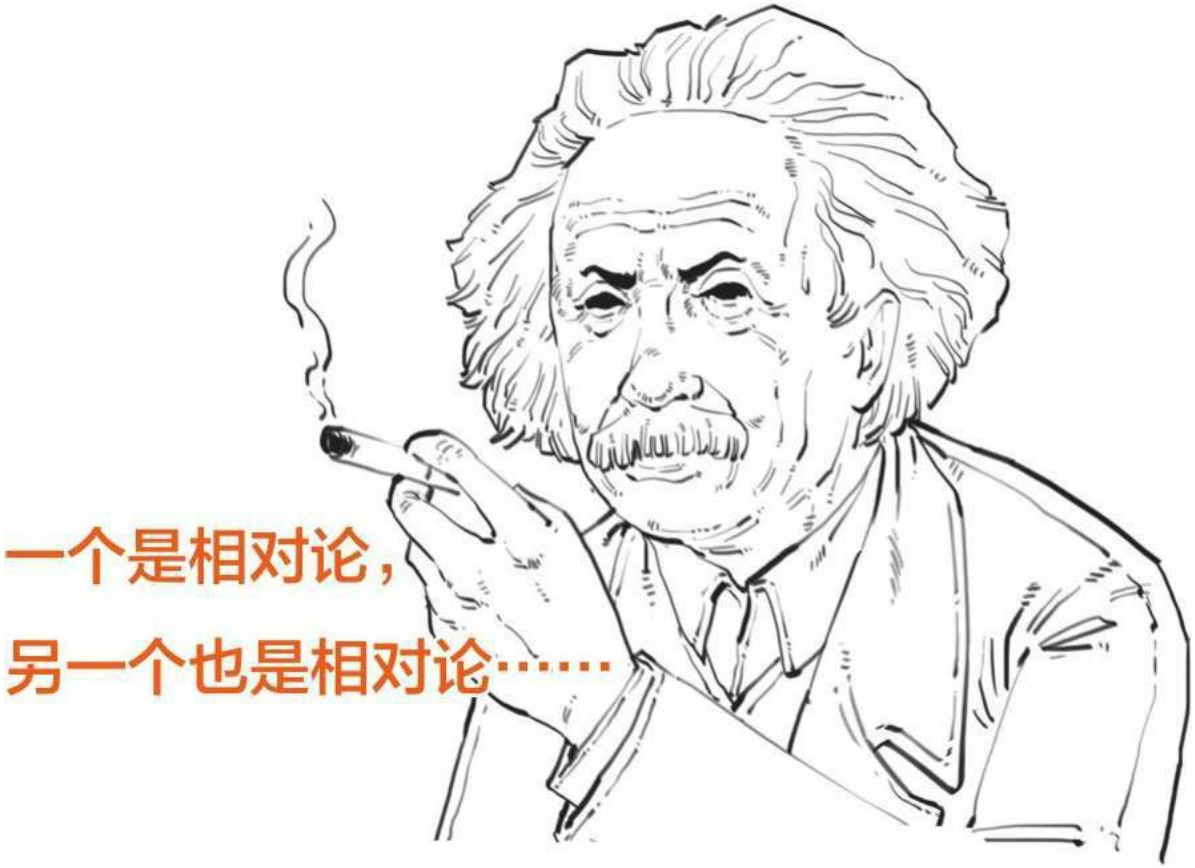
狭义相对论 **vs** 广义相对论

请看下篇！

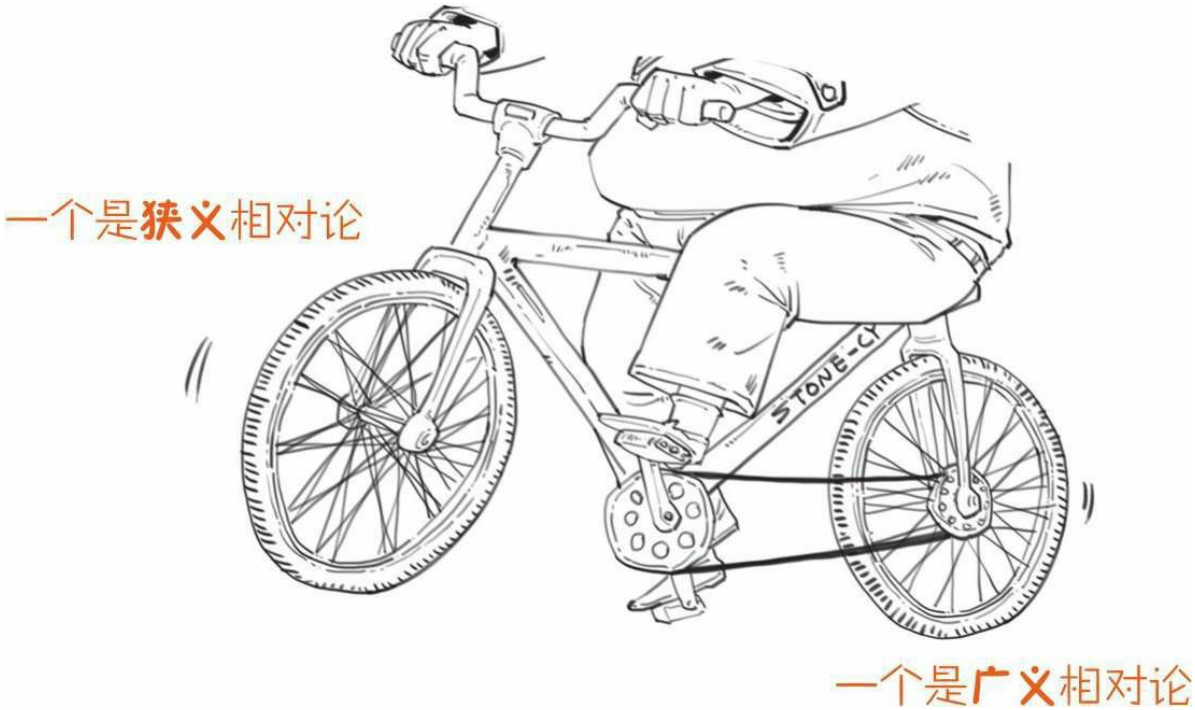
五、容易到抠脚的相对论



爱因斯坦的八卦，咱们扒得差不多了，先别急着崇拜偶像，他除了是个可爱的天才小老头儿，还给无数理科生带来两个噩梦：



如果你拥有幼儿园学历的话，你就会知道爱因斯坦小哥确实是两个轮子骑车：



不那么客观地说，“相对论”算世界上最难的三个字之一。怎么形容它的恐怖程度呢？你上一次被三个字吓到，可能还是你的学生时代——

如果非要给狭义和广义，加上一个恐怖程度的区分，那分别是——

好了，废话少说，咱们直奔主题，啃一啃这个难题。

相对论到底是干啥的？

首先你得掌握一个大前提：知道相对论为什么难。

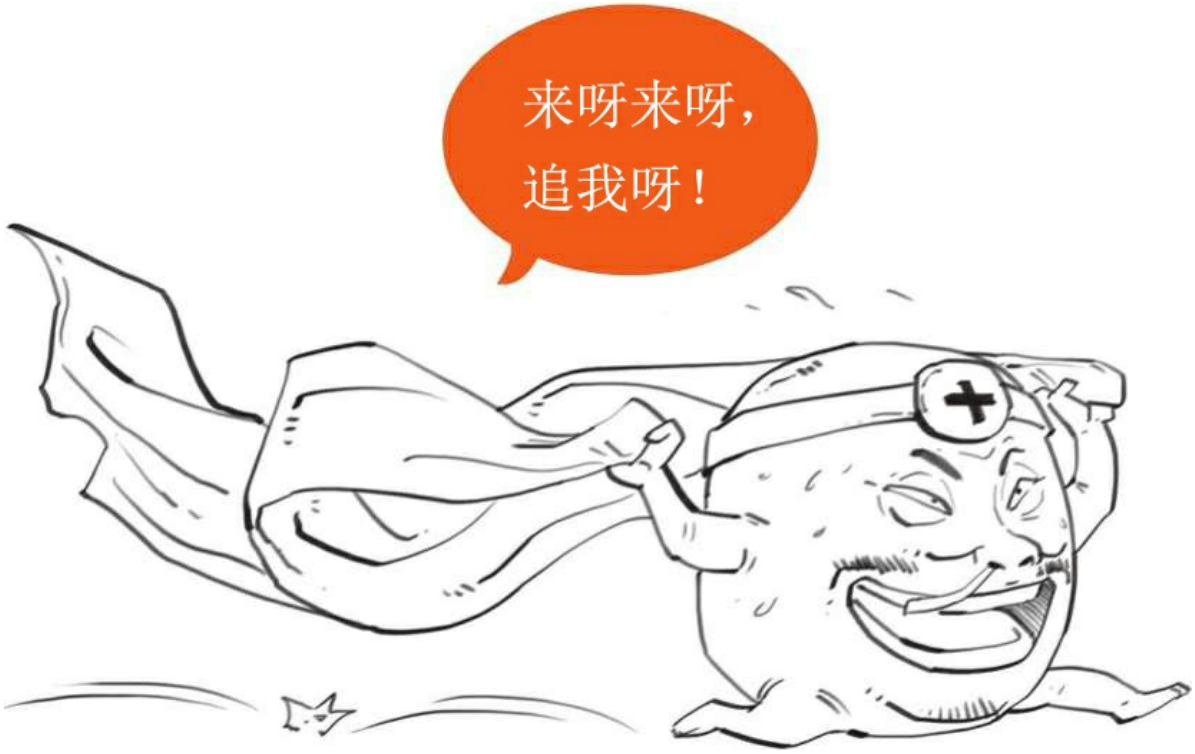
因为在相对论的世界里，你跟盲人没啥区别。

我们知道，物理学家这个物种，脑壳里有着丰富的想法，他们能想到你想不到的、看到你看不到的。比如在他们眼里，世界有三个尺度：

咱们只能感受到中间这个尺度，其他两个太小或太大，接触不到，所以很难被理解。

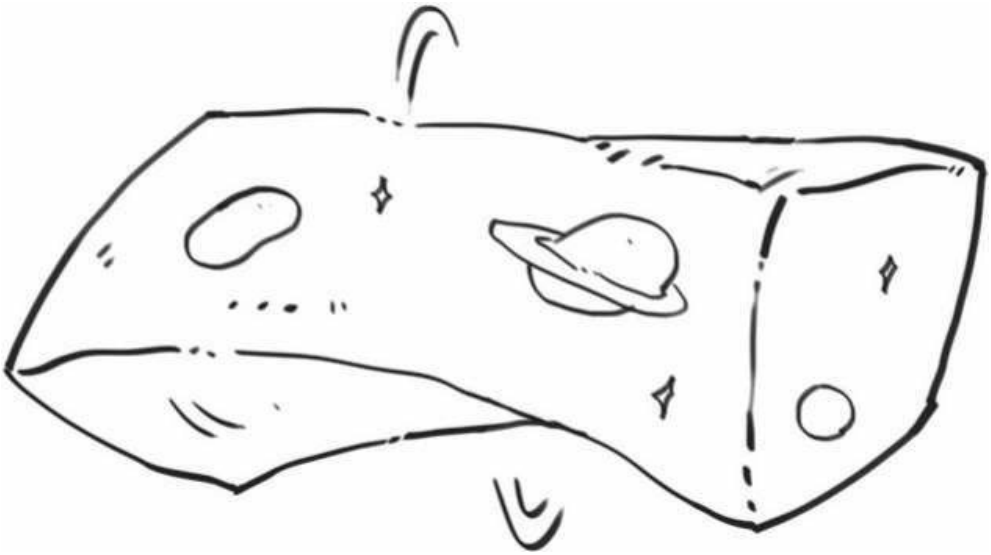
不过不用怕，跟着混子哥飞到科学最高处，非常通俗粗略地概括一下。

狭义相对论主要说的是：你跑得越快，衰老得越慢。



广义相对论主要聊的是：

引力不存在，其实是时空被某种东西扭曲了……

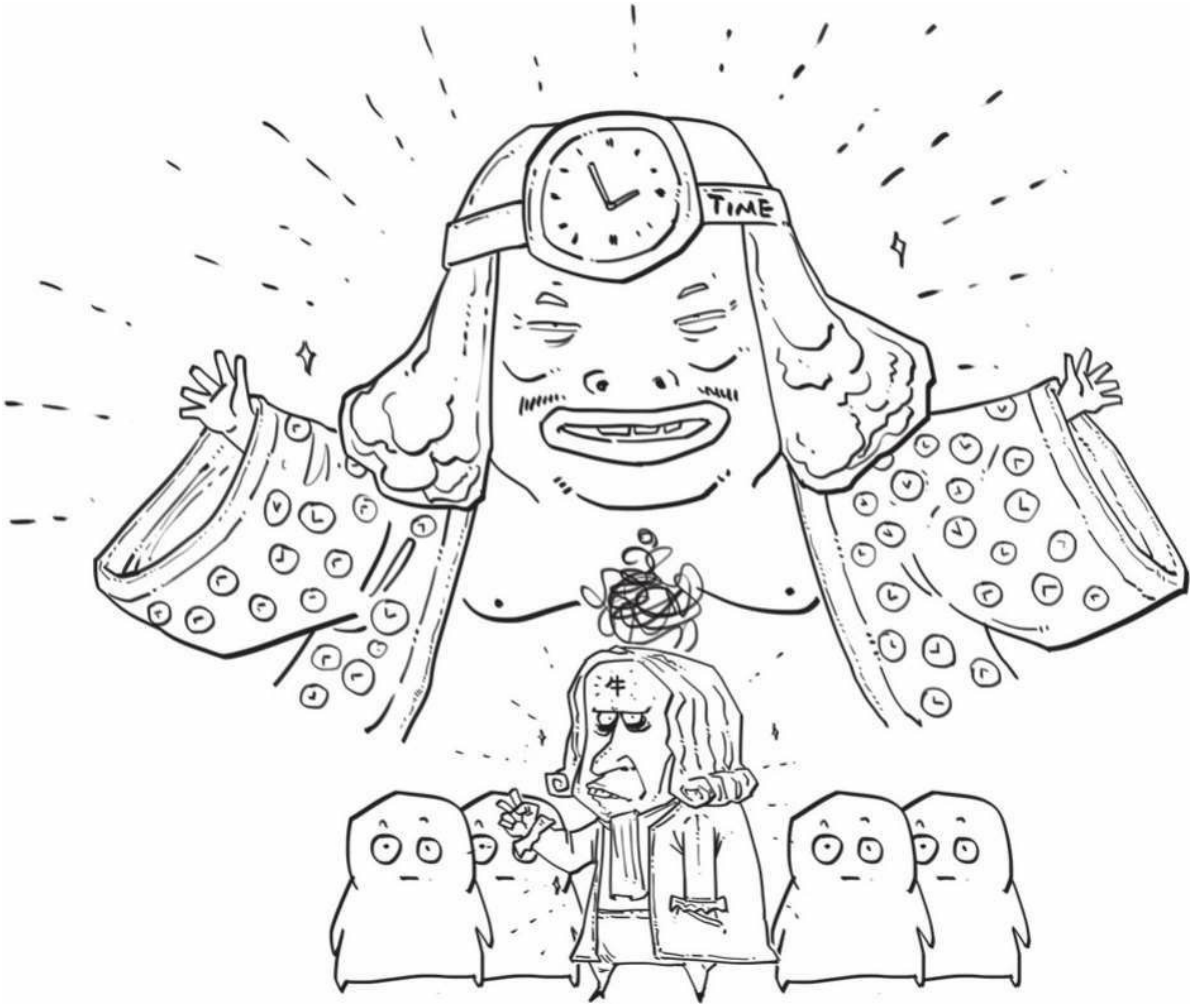


咱们展开讲讲。

一、狭义相对论

在爱因斯坦之前，大家都觉得，时间和空间老公平了，对谁都一样，一天就是一天，一米就是一米，

谁也不多谁也不少。



这叫绝对时间和绝对空间。

牛顿的那些理论，就是建立在绝对时间和绝对空间的基础上。

结果爱因斯坦出来反驳了：

每个人都有自己的时间。

这句话怎么理解？

混子哥总结了一句不那么严谨但方便你理解的话：

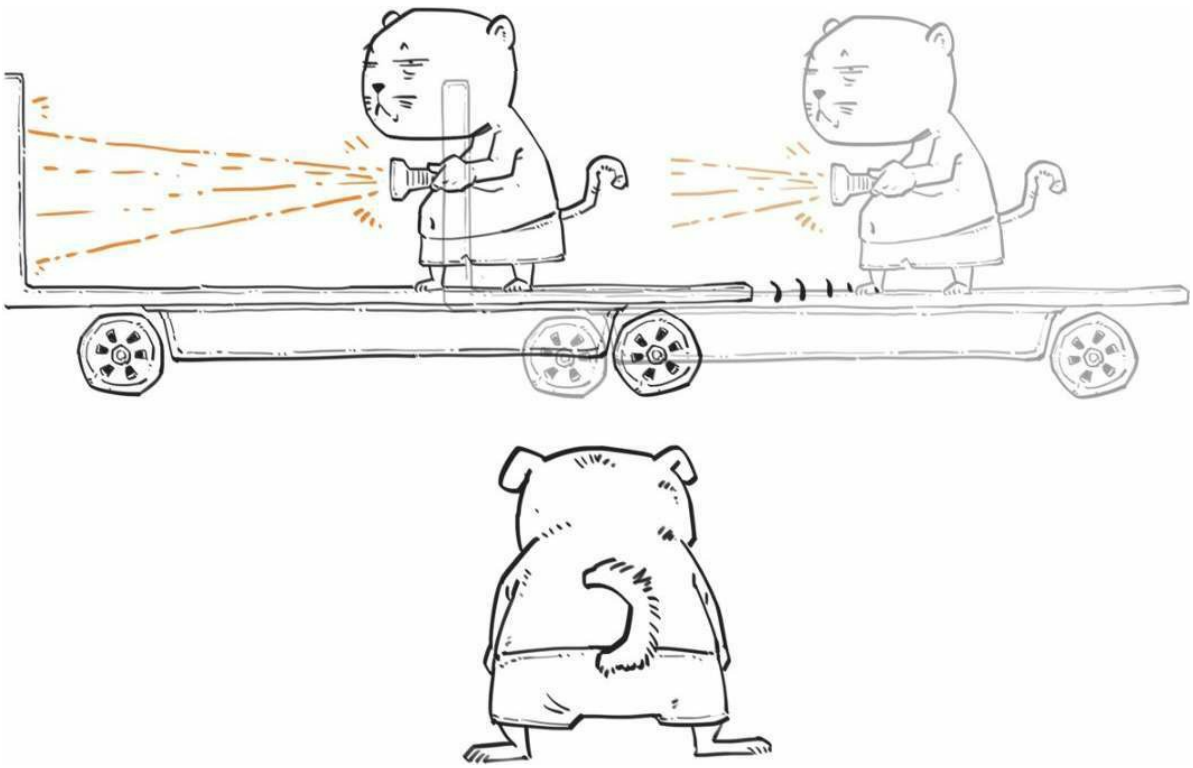
光速在任何时候都是不变的。

严谨地说，应该是在任何惯性参考系下光速都是不变的，大概就是说在匀速直线运动和静止状态下，光速不变。这是狭义相对论的基础前提。了解个大概就行。

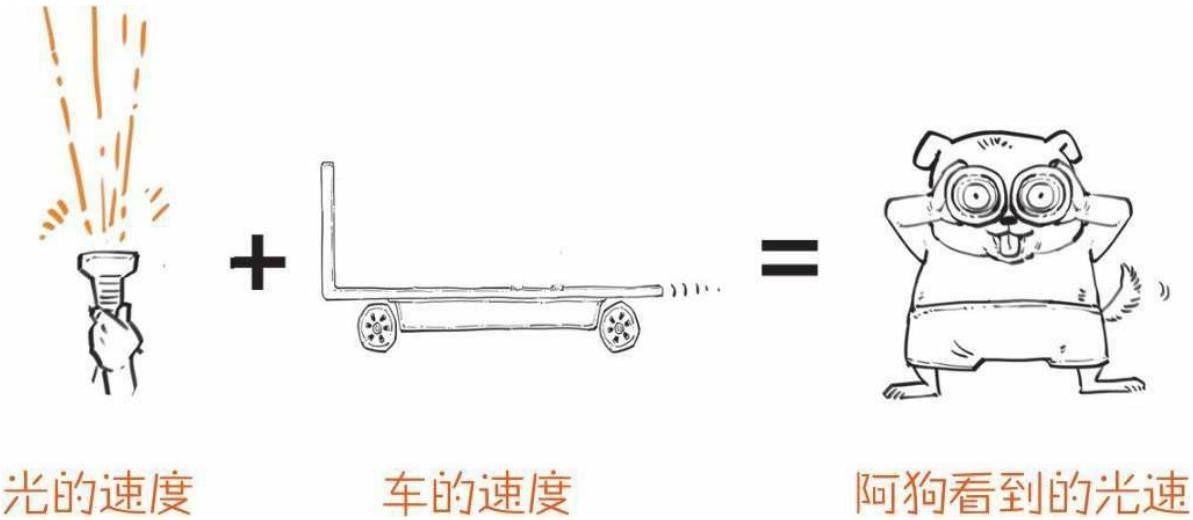
如果你书读得少，我来告诉你这句话啥意思。假设阿猫在车上打开手电筒，

阿狗在车外面看着。

光从手电筒射到车厢上，阿猫看到的光速，和路边阿狗看到的光速是一模一样的!

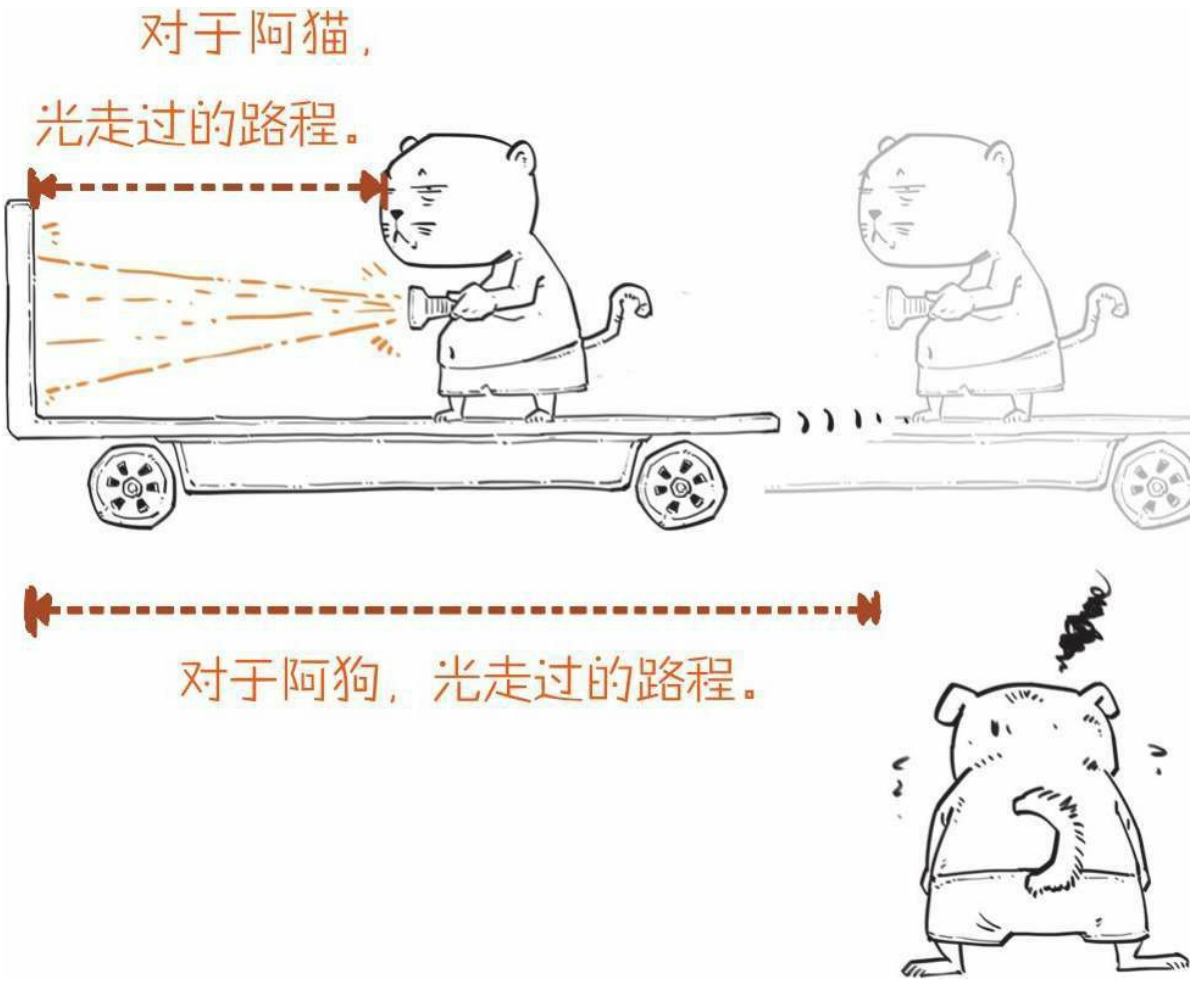


但按照常理，阿狗看到的光速应该是这样的：



这叫速度叠加原理。

而且对他们来说，光走过的路明明不一样。

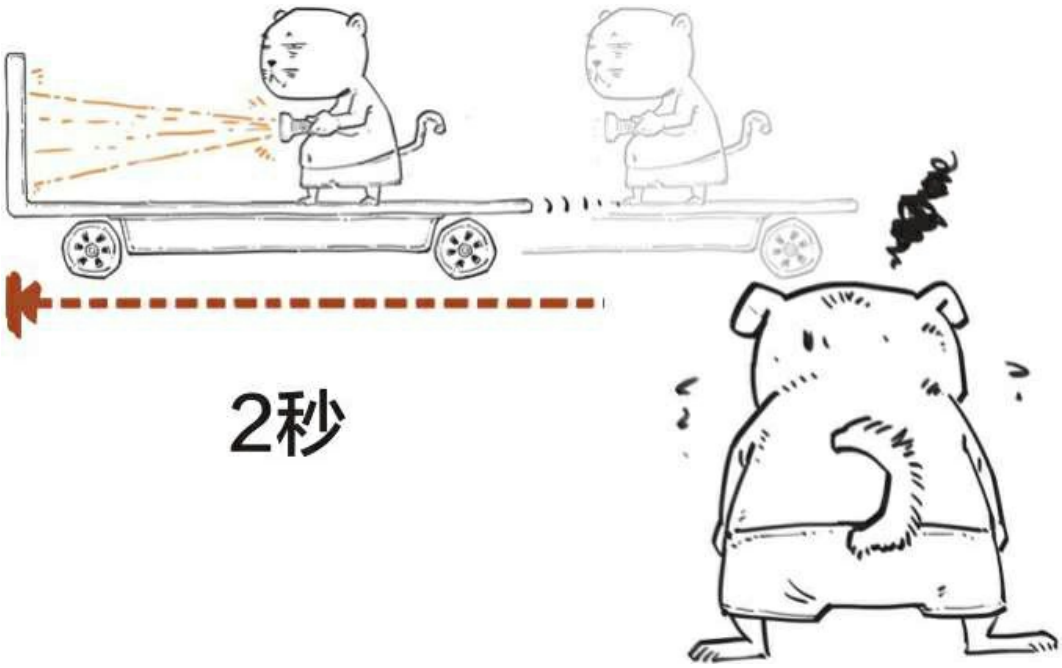


看起来，同一段时间观察同一束光，速度一样，位移应该一样，但实际却不一样!

问题出在哪里了呢？来，我们大家跟着阿猫阿狗一起懵!没关系，当年爱因斯坦也懵了，不过人家后来想明白了。

阿猫和阿狗经历的时间，其实是不一样的!

阿猫打开手电筒射车厢上，它做这件事花了1秒。



阿狗在旁边看着阿猫做完这件事，却花了2秒。

看明白了吧，很明显阿猫的人生变慢了，赚了啊!

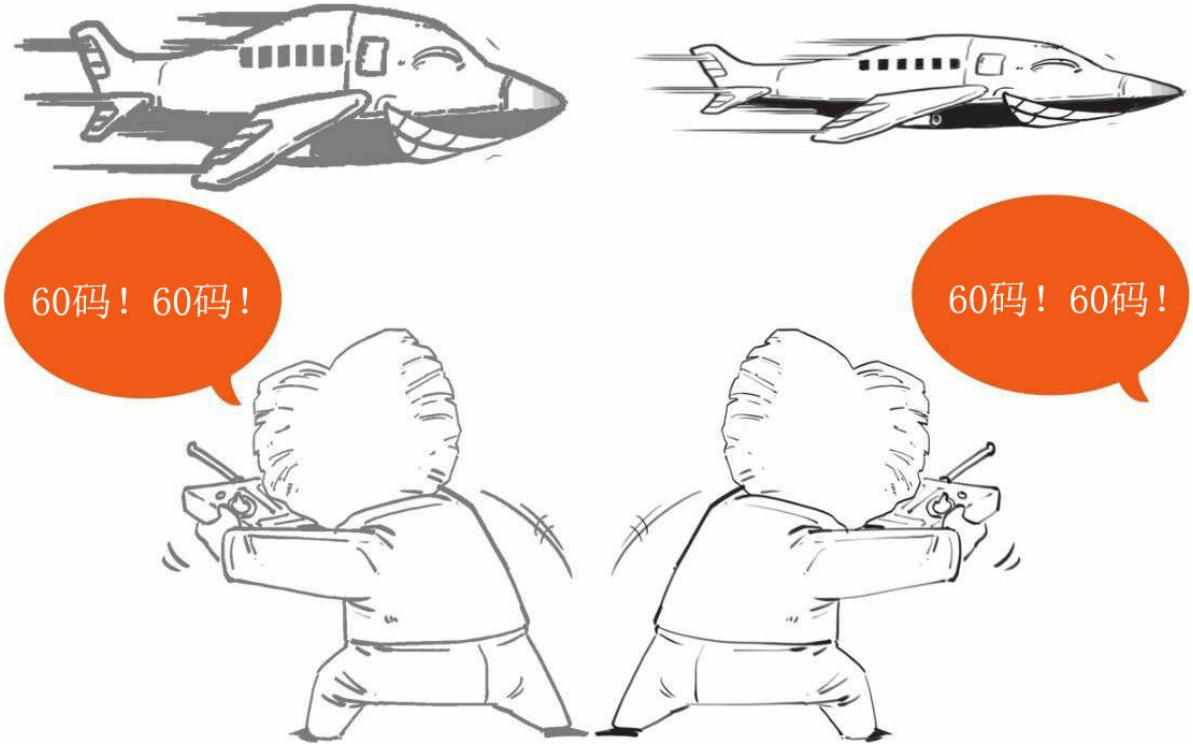
但为啥我们平时感觉不到呢？

因为速度太慢。把阿猫的车换成复兴号高铁，阿猫和阿狗能感觉到的时间差，可能也只有十亿分之一秒。

平时生活中你感觉不出来，说明你很正常，只有车速接近光速，感觉才会明显。

你可以理解光速是用来计时的。你跑得越快，你相对别人的时间就慢，这叫时间膨胀，也叫钟慢效应。

除了会有时间膨胀，还会出现长度收缩和质量变大的现象，这里混子哥就不多说了。



当然了，在日常生活里也是感觉不出来的。速度越接近光速，这些现象就越明显。

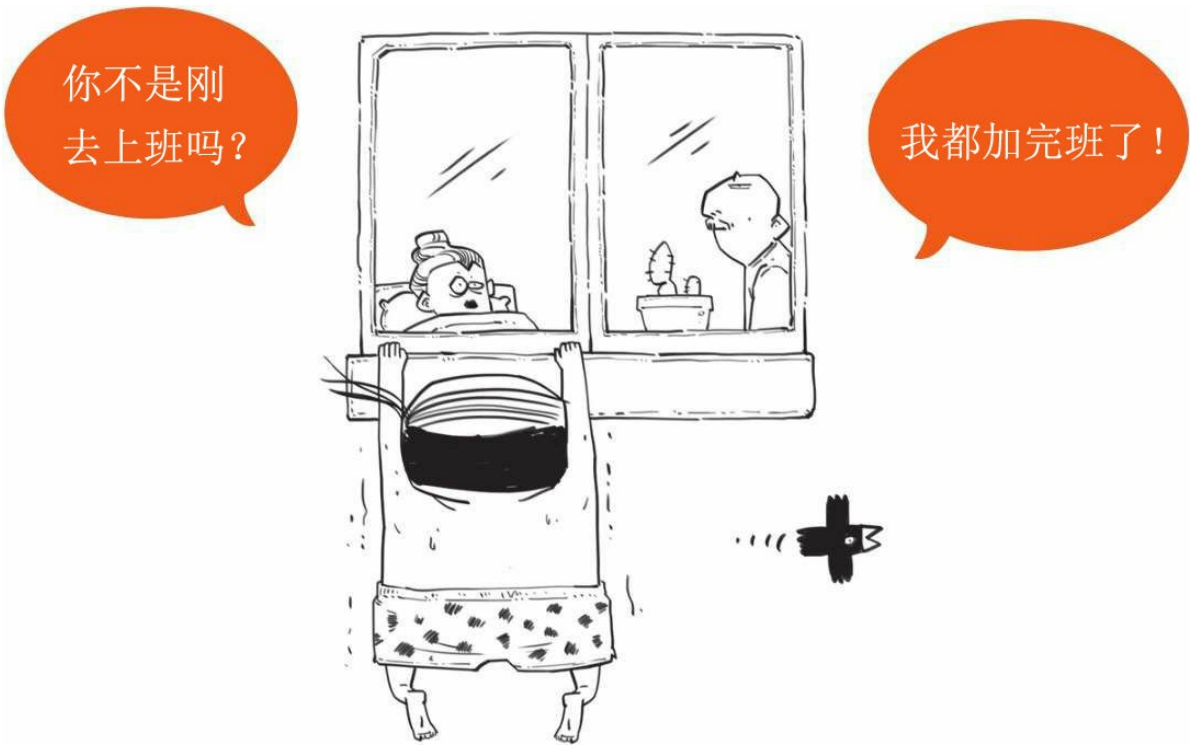
好了，恭喜你，已经搞懂了相对论……的核心内容。

虽然每个人都有自己的时间轴，但通常情况下，大家会像被梳子梳理过一样，比较整齐。

于是你下班的时候，我也要下班。

可尺度一大，就容易抓瞎，速度越接近光速，每个人的时空差异就越明显。有的相对快，有的相对慢。

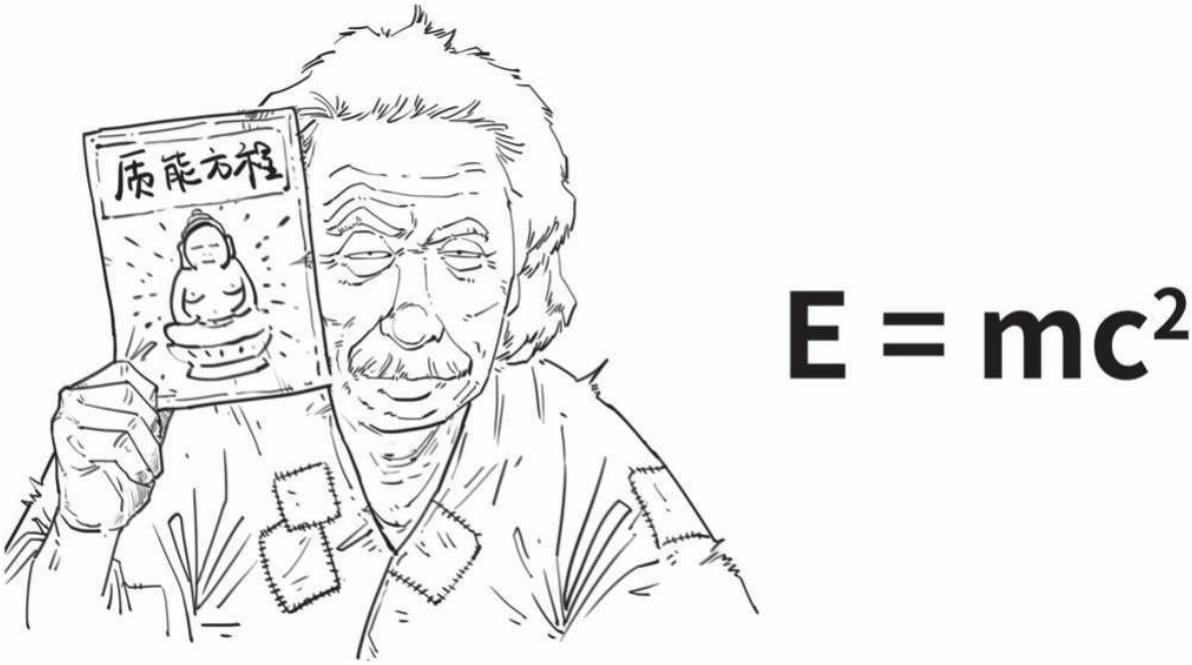
这个情况就容易造成悲剧。



实际情况不至于这么夸张，需要取决于你我的位置和速度等状态，但大致就这么回事。

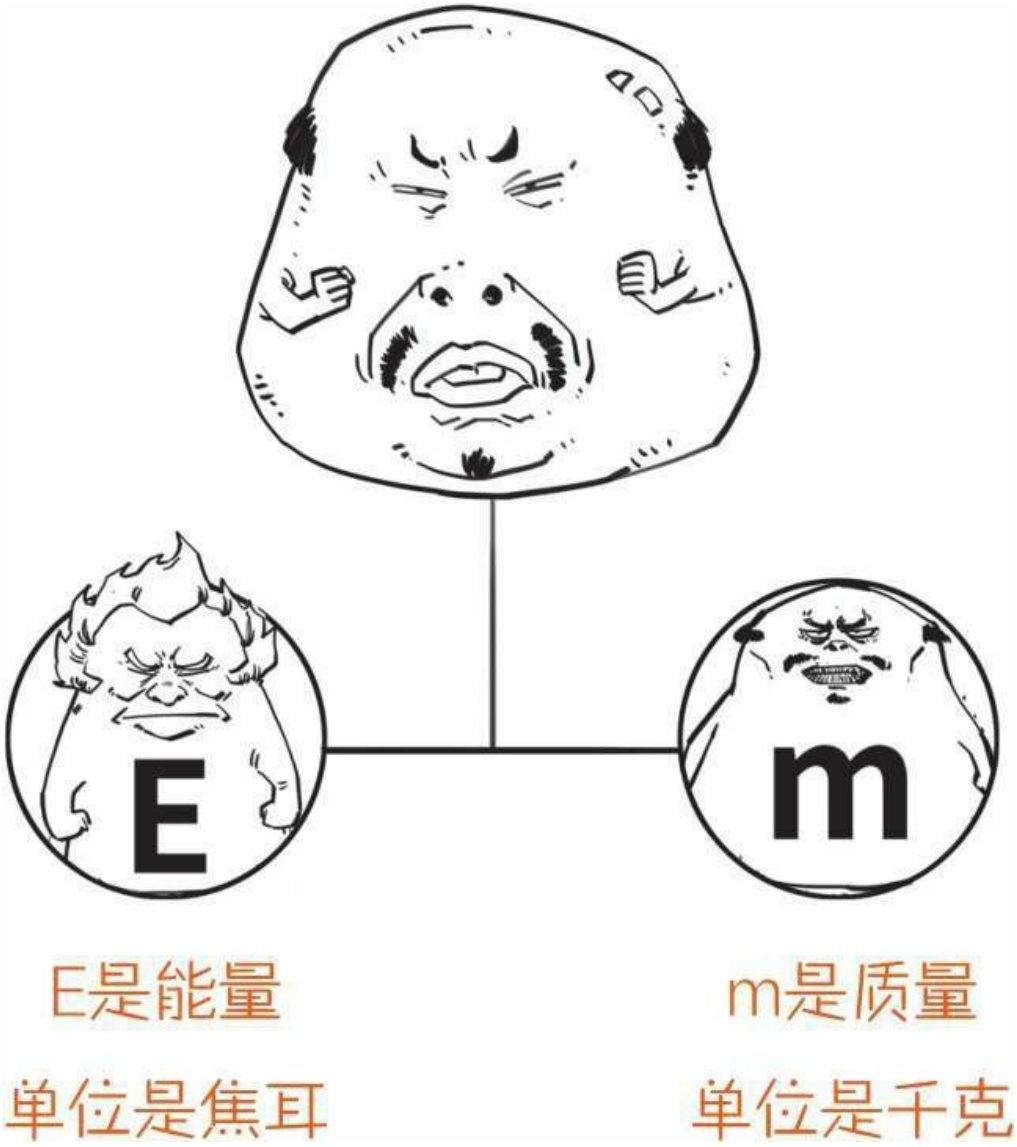
像爱因斯坦这种天才，人生格言就是“生命不息，想象不止”，他就想了，运动会让时间和空间变化，那么运动会让质量和能量变化吗？

于是他提出了那个网红公式：质能方程

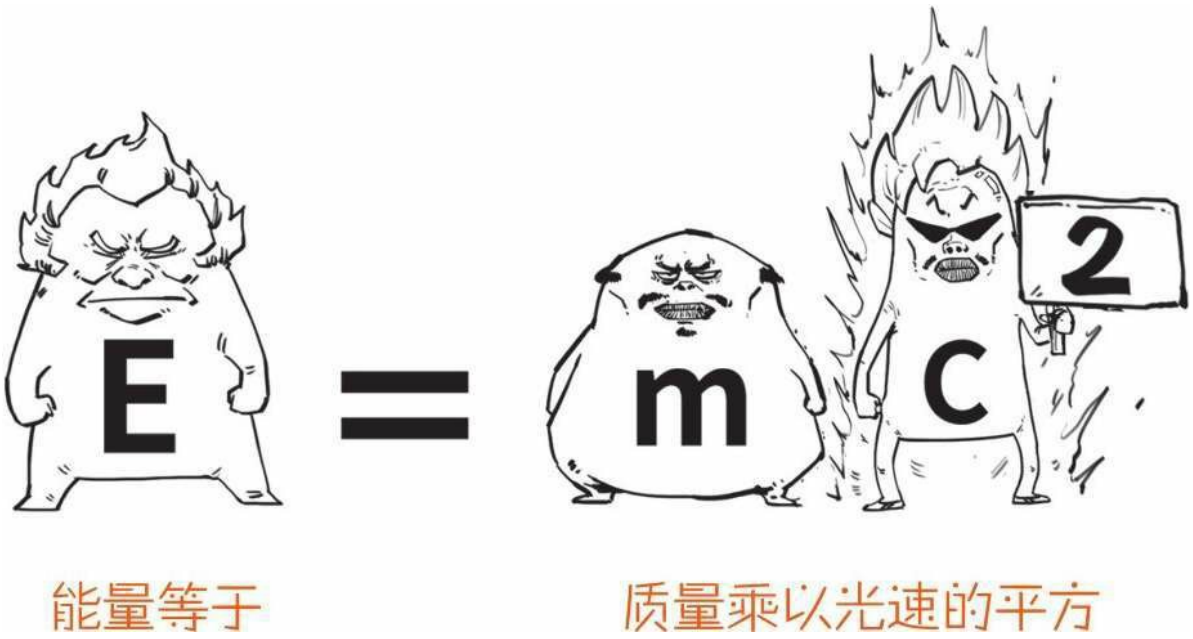


很熟对吧？知道这个很牛吧？表面上看也很简单，不超出小学乘法的课纲。

咱们先来看这个公式啥意思。爱因斯坦觉得，任何东西既有质量，也有能量，这俩是同时存在的属性，就像一个人，有身高，也有体重。



于是想知道一个人有多少能量，不用听他嘴上说什么，上个秤，得到他的体重，算一下就好。

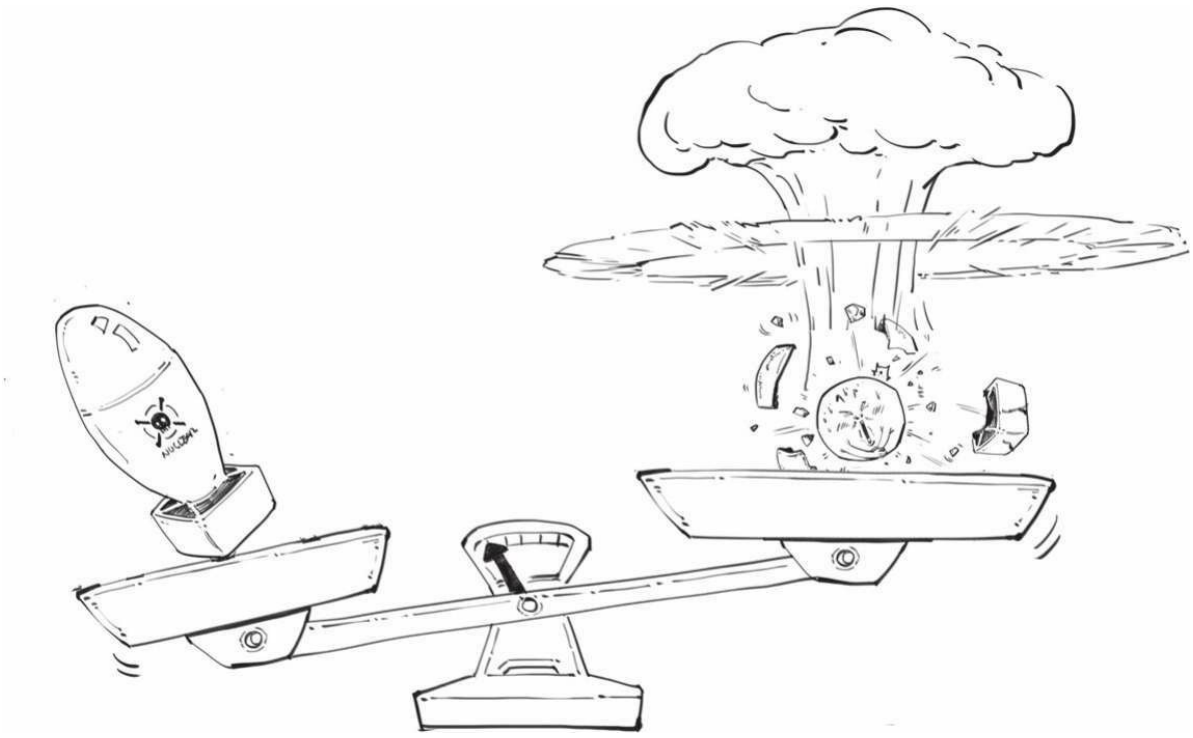


光速大家已经知道了，约等于300 000 000m/s，很好算吧。

你可能还好奇一个问题，这玩意儿不是用来造原子弹的吗？

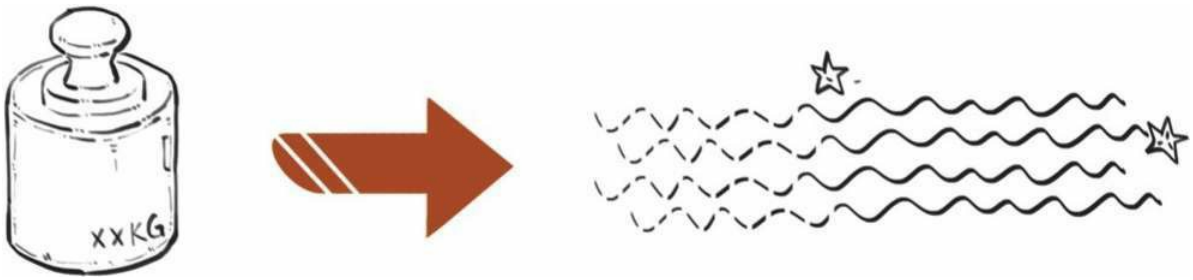
其实不是，质能方程跟造原子弹没啥关系，它只是能算出原子弹的威力。

简单地讲，原子弹靠的是核裂变啥的，中间的过程很复杂。你只需要知道，原子弹一爆炸，就有部分质量消失了。



那消失的质量去哪儿了呢？

重点来啦，其实质量没有凭空消失，而是以能量形式释放出去了。



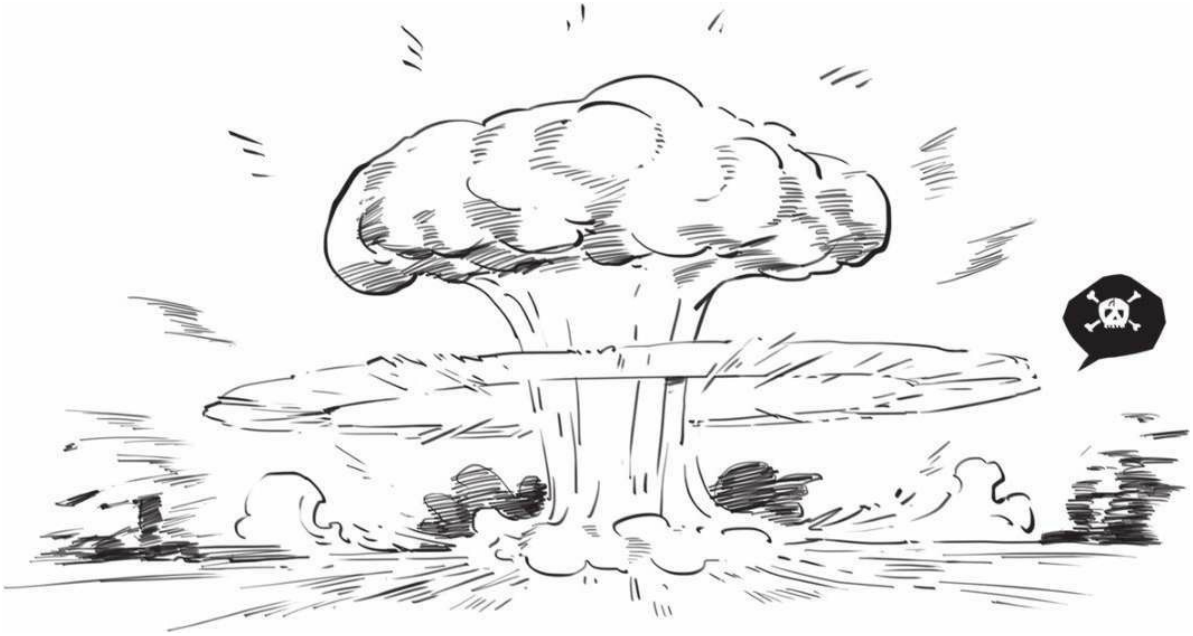
这里要注意，不能说质量变成了能量，它们不是转化关系。

质量与能量同时存在，是等价的，所以要说以能量形式释放了。

那能量有多大呢？

这时候咱们用上面的质能方程就能算出来，而且因为光速的值极大，就算一点点质量，也能释放巨大的能量。

所以原子弹威力才能如此恐怖。

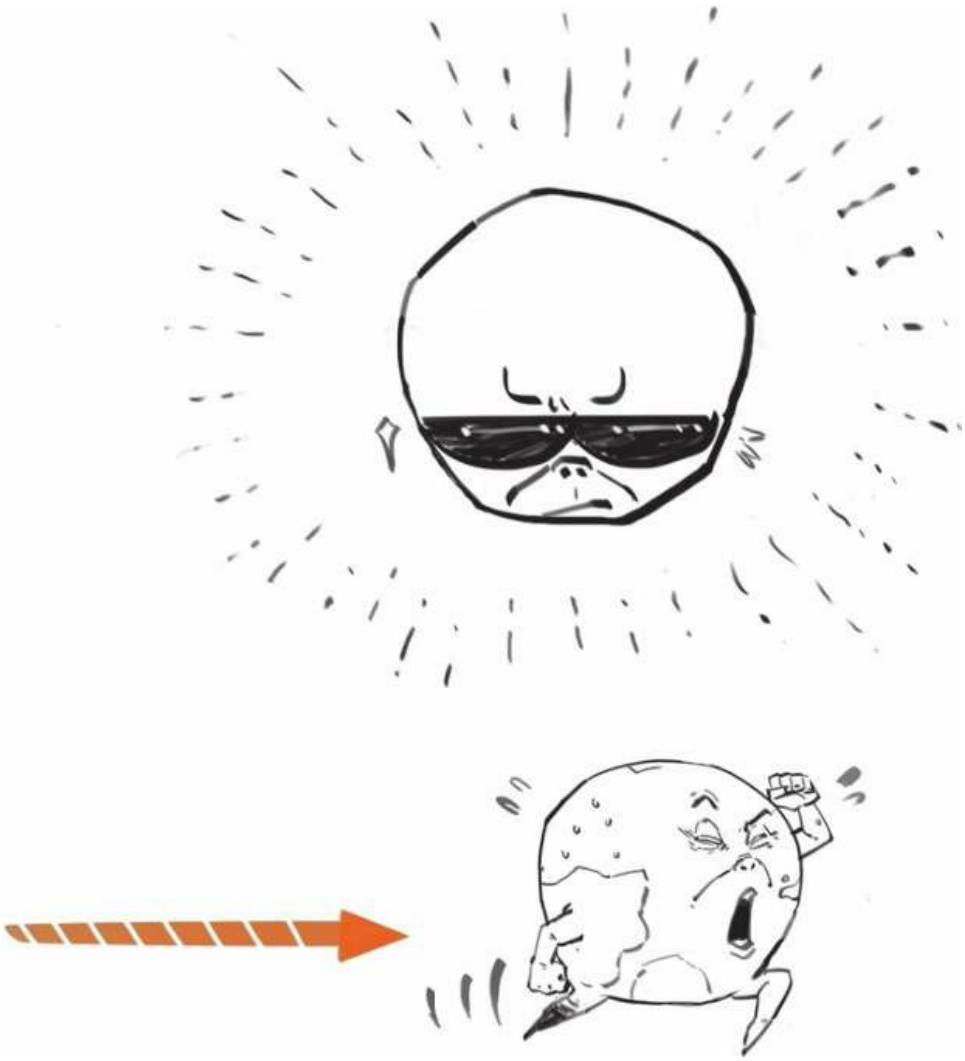


二、广义相对论

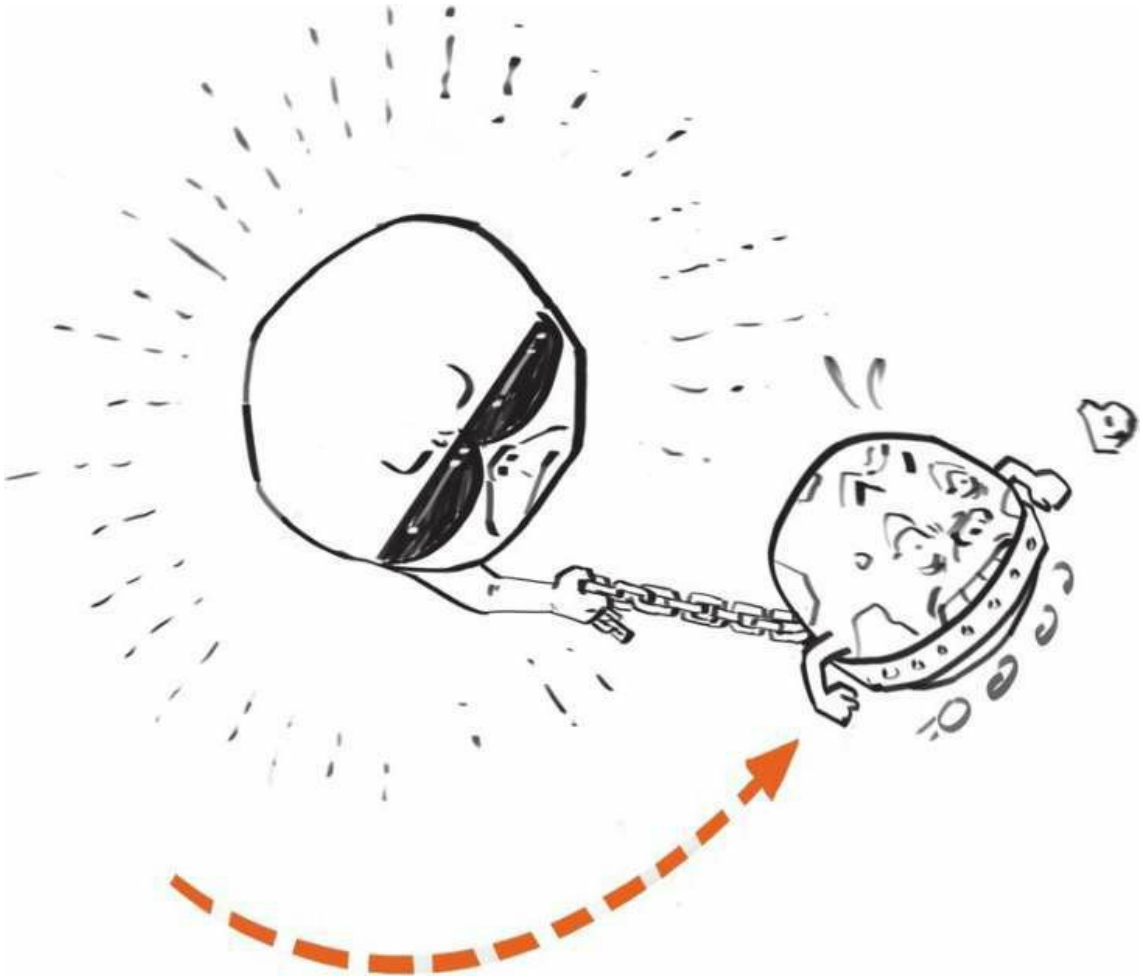
讲这个，咱们还得请出家住牛家村的牛顿。

据说有天他坐在村头苹果树下，被苹果砸了，于是他说，万物之间有种力，叫万有引力。

以咱们的地球为例，起初他是个无忧无虑的追风少年。

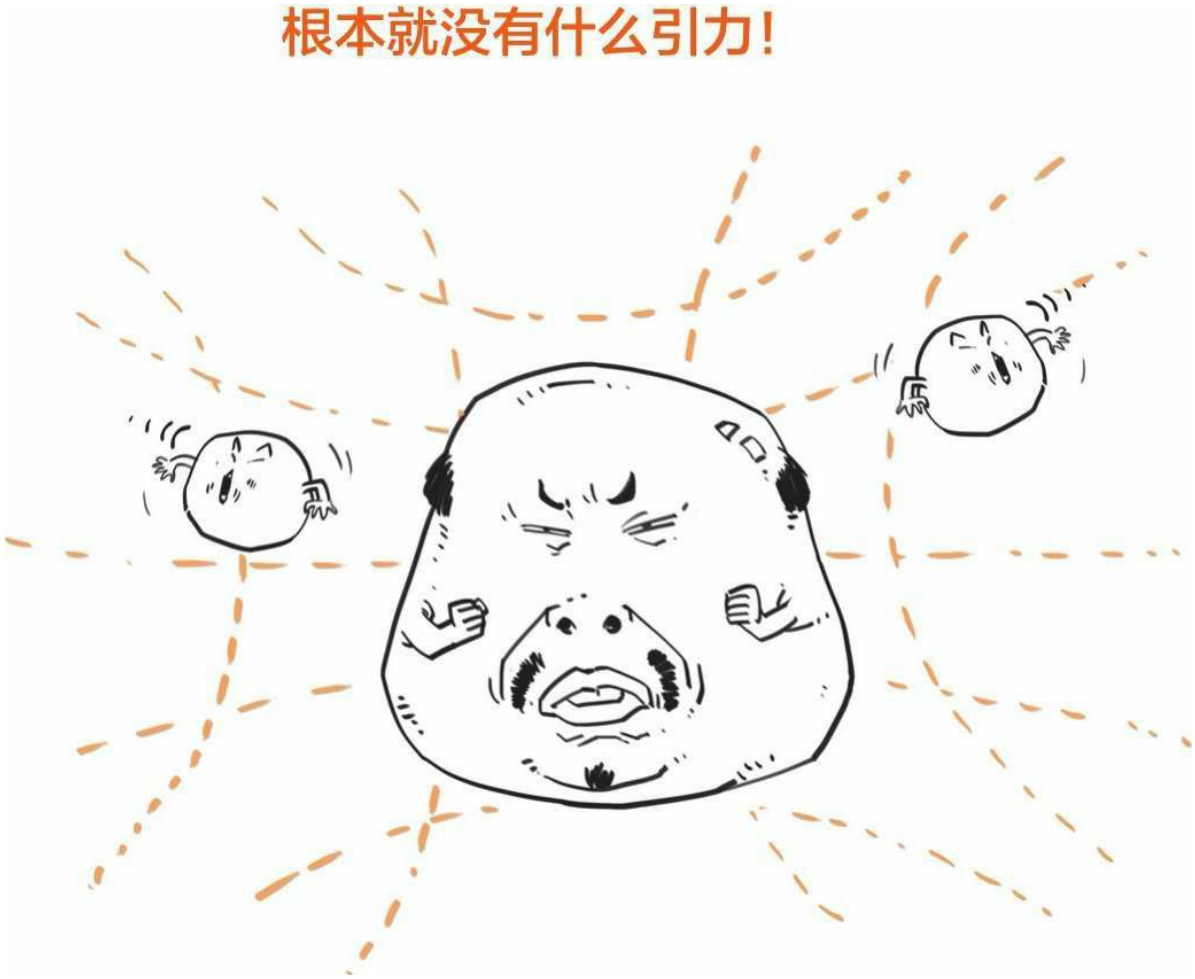


但是拗不过太阳的引力，就只有被牵着鼻子遛弯的份儿，这就是传说中的公转。



这个大家都学过，万有引力揭示了一个宇宙真理：吨位决定地位，谁减肥谁脑子进水。

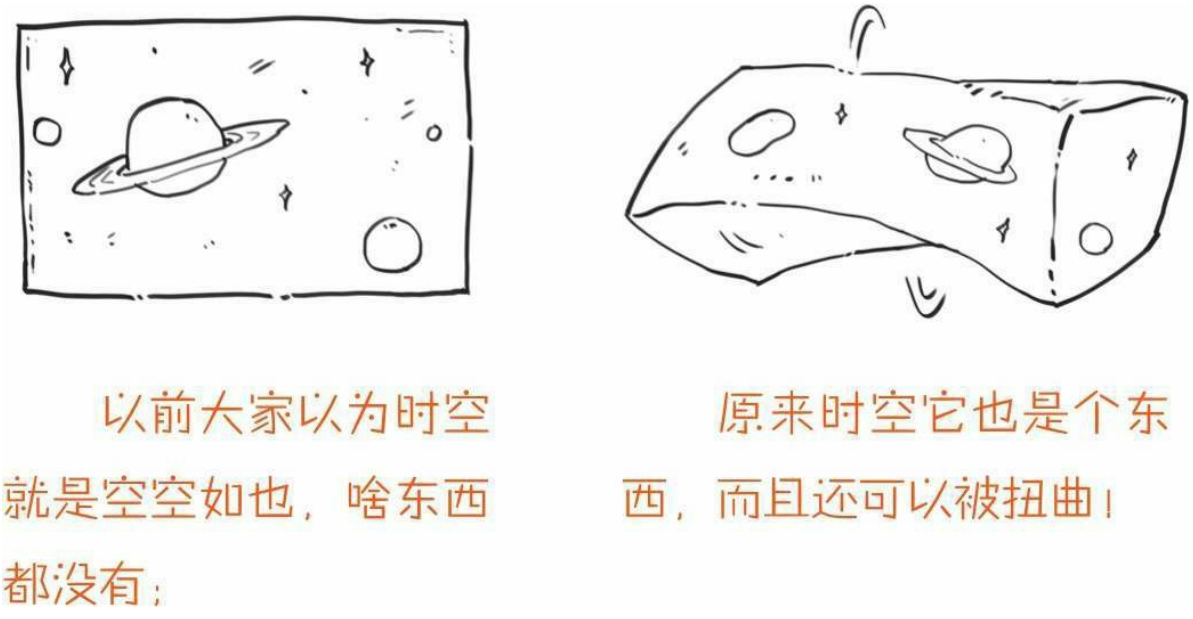
可是爱因斯坦又跑出来唱反调。



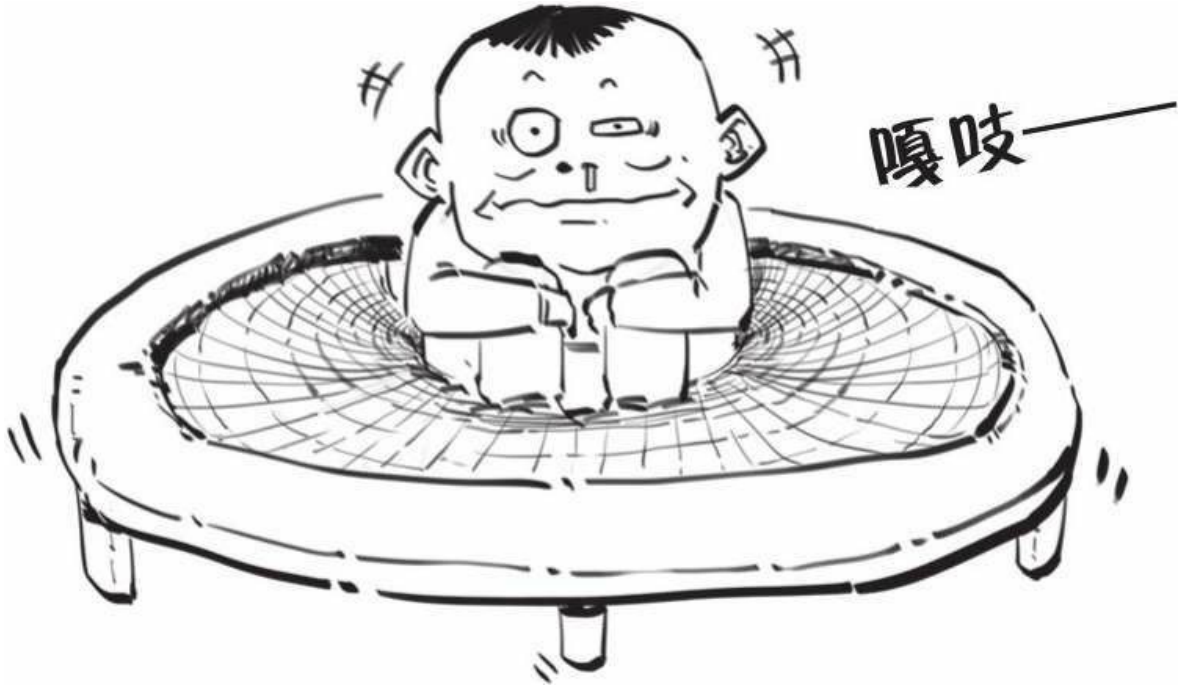
是胖子太胖，扭曲了时空，瘦子自己站不住，溜过来的!

爱大爷的解释是这样的：世上根本没有引力，引力本质是质量扭曲了时空。

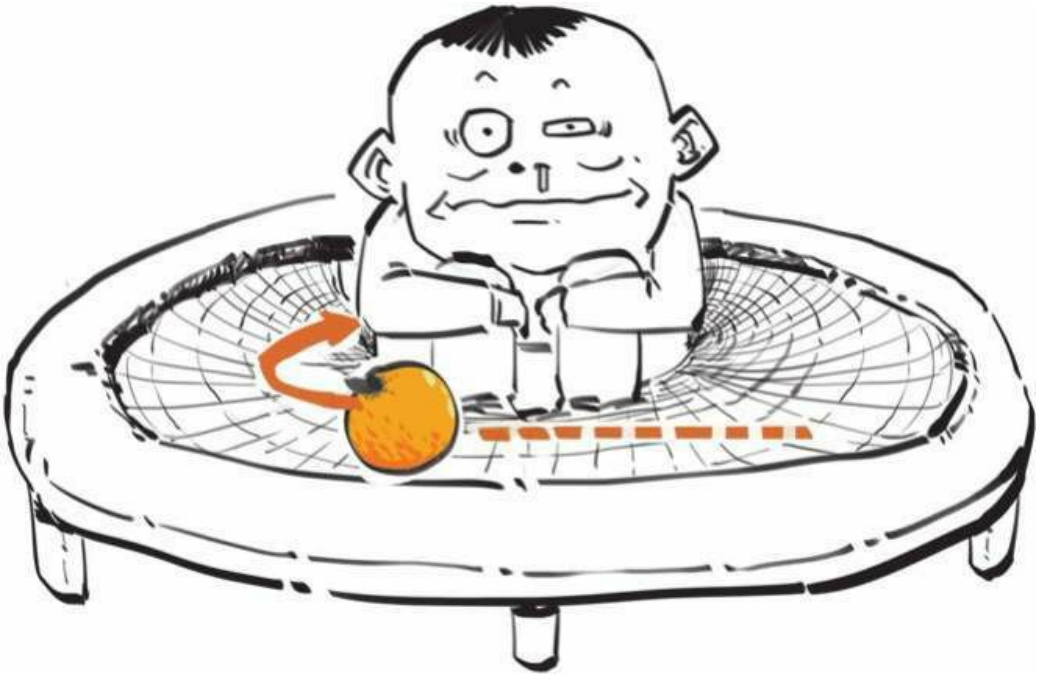
啥意思呢？



至于扭曲程度，取决于物体的质量。这事儿就好比玩蹦蹦床。



时空就像蹦床上的网，一旦时空被扭曲了，就会影响周围的东西。

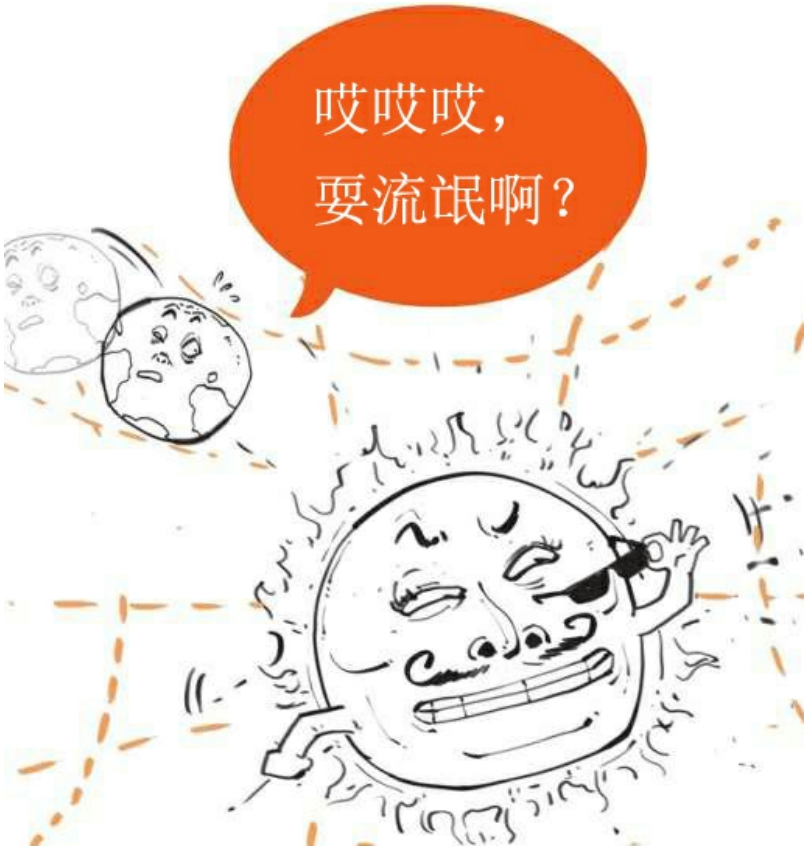


扔一个橙子，橙子就会绕着熊孩子转，同理，地球也这么绕着太阳转。

这就是爱因斯坦广义相对论大概的核心内容。

奇妙不？咱们常识以为，地球绕太阳公转，是因为引力。

但用广义相对论解释就是：太阳太胖，压弯了时空，地球是自己溜过去的!



这话听了，搁谁谁不蒙啊!大家纷纷要证据。证据是啥呢？

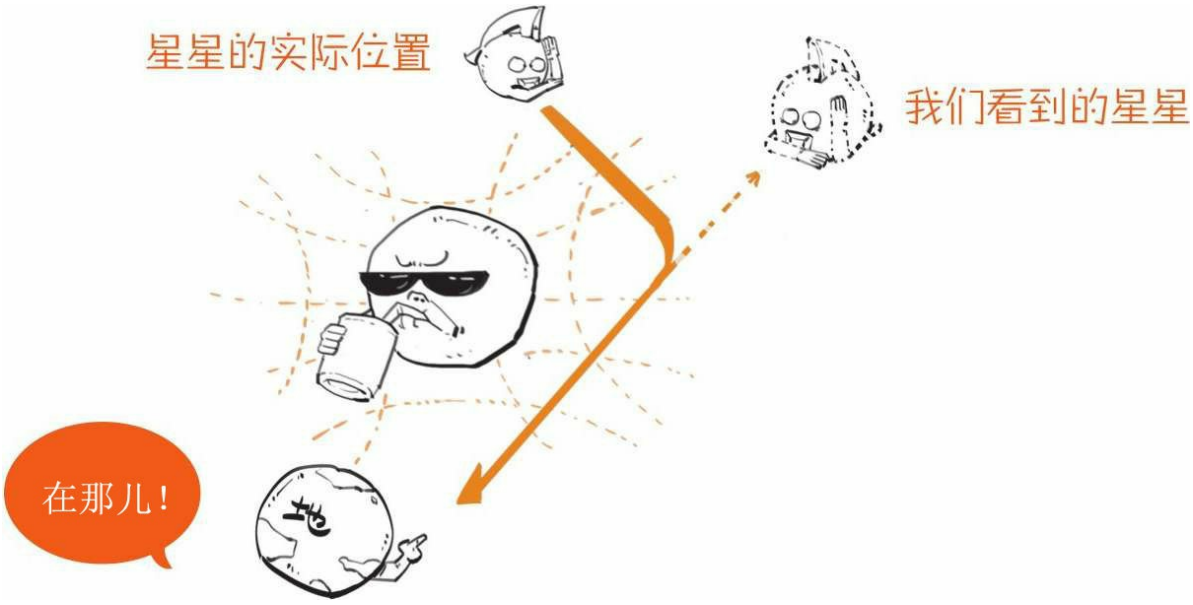
上一篇咱们也提了，日全食的照片可以证明。混子哥也给你简单讲讲。故事是这样的：当日食的时候，所有人都在看太阳，科学家们却盯着其他地方。

日食发生时，天空一片黑，

白天的时候也能看到星星。

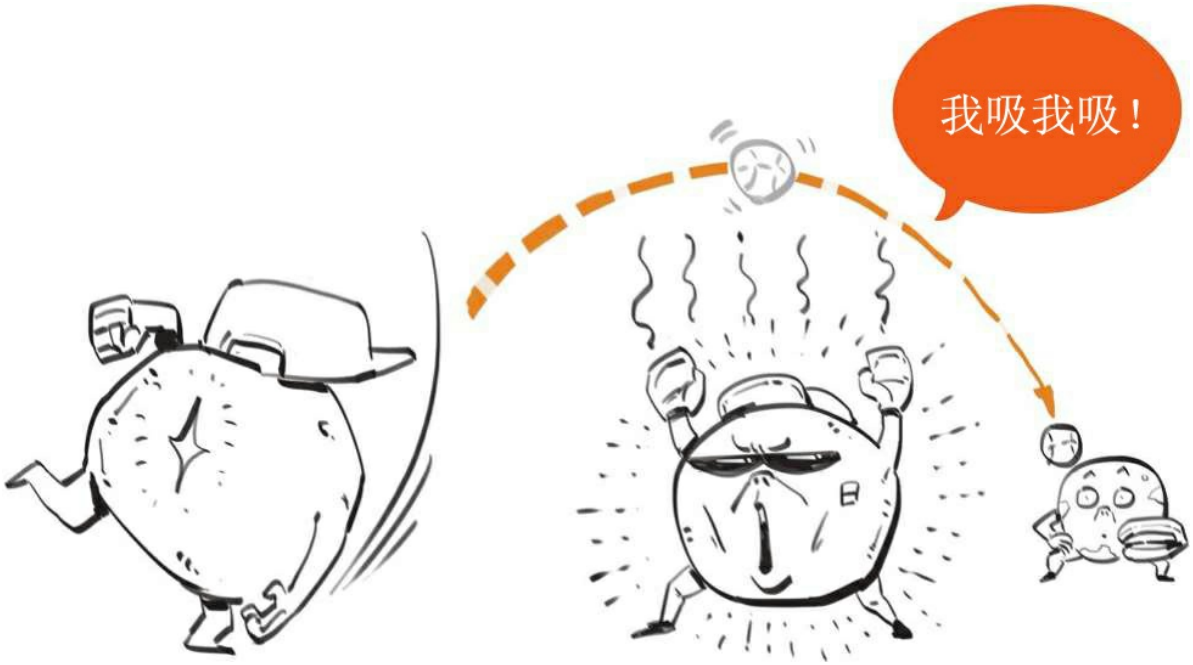
如果太阳周围的时空被扭曲了，那么星星的光线经过时就会拐弯……

在地球上看就是星星的位置改变了。



等到半年以后，地球绕到太阳的背面，就会发现星星的实际位置。

这时候有人就不服气了，这事儿万有引力也能解释啊!不就是光线被勾引着拐了个弯吗？



真别不服，后来爱因斯坦设计了一通非常复杂的计算，结合其他天文学家的观测，证明了广义相对论。

爱因斯坦厉害就厉害在这儿，他凭着一脑之力，愣是想出了一个复杂的宇宙，最后还能被科学证明不是乱说!

好了，爱因斯坦的相对论就简单讲到这里，具体原理其实很复杂，还涉及很多数学计算，混子哥也不给你多讲了。

最后照例做个很学术的总结吧，让你出门跟别人聊也能显得专业。爱因斯坦的成就主要体现在统一这件事上：

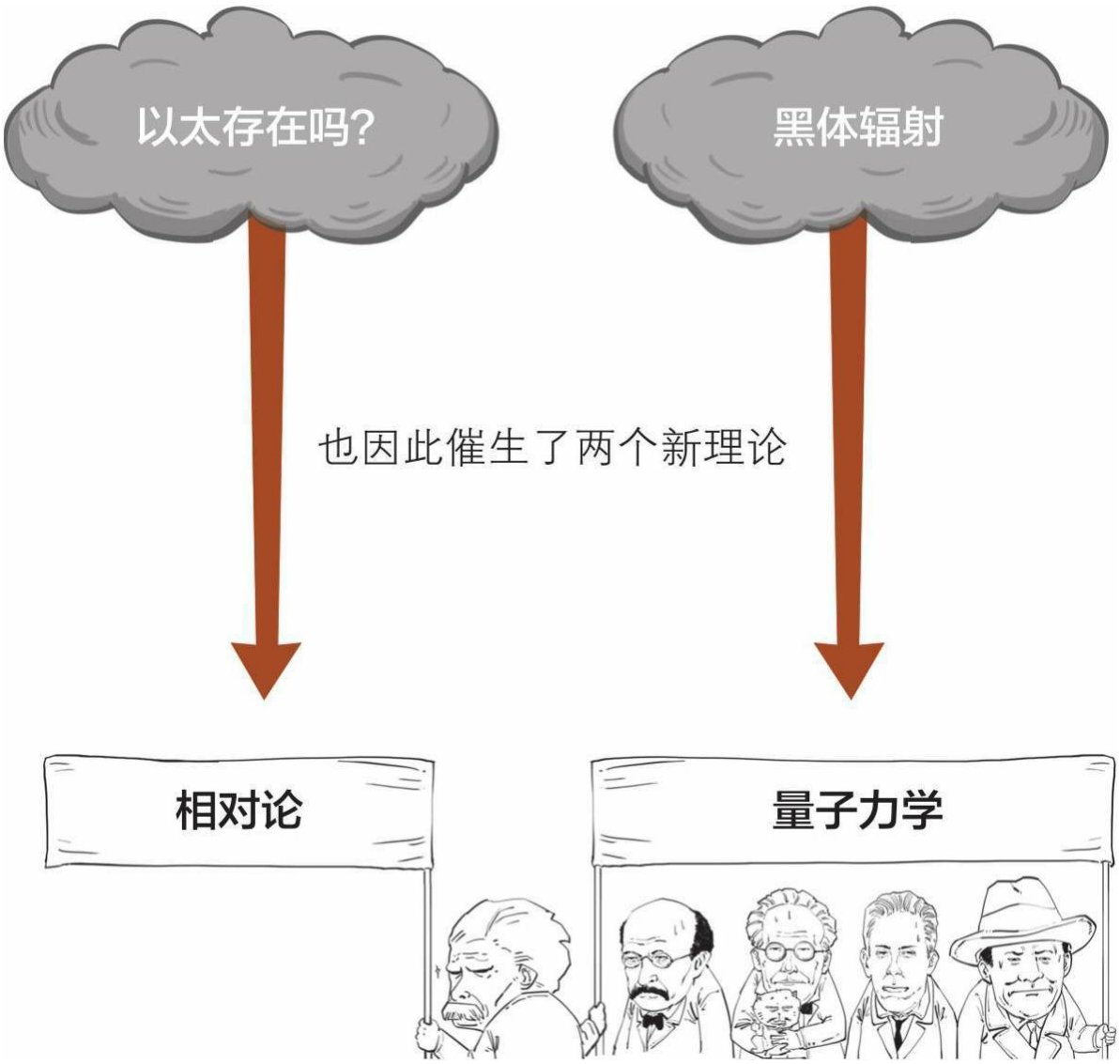
相对论统一了时间和空间、质量和能量。

用爱因斯坦的一句名言结个尾吧：想象力比知识更重要，因为知识是有限的，而想象力是无限的，它包含了一切，推动着进步，是知识进化的源泉。

六、量子力学前传

到了19世纪末，科学家普遍认为，物理学的大厦已经基本完工，咱们称它为经典物理。

虽然这套理论看上去无懈可击，可在它的上空，还飘着两朵没法解释的乌云。



如果说经典物理是名门正派，那么相对论和量子力学，在当时更像是旁门左道。

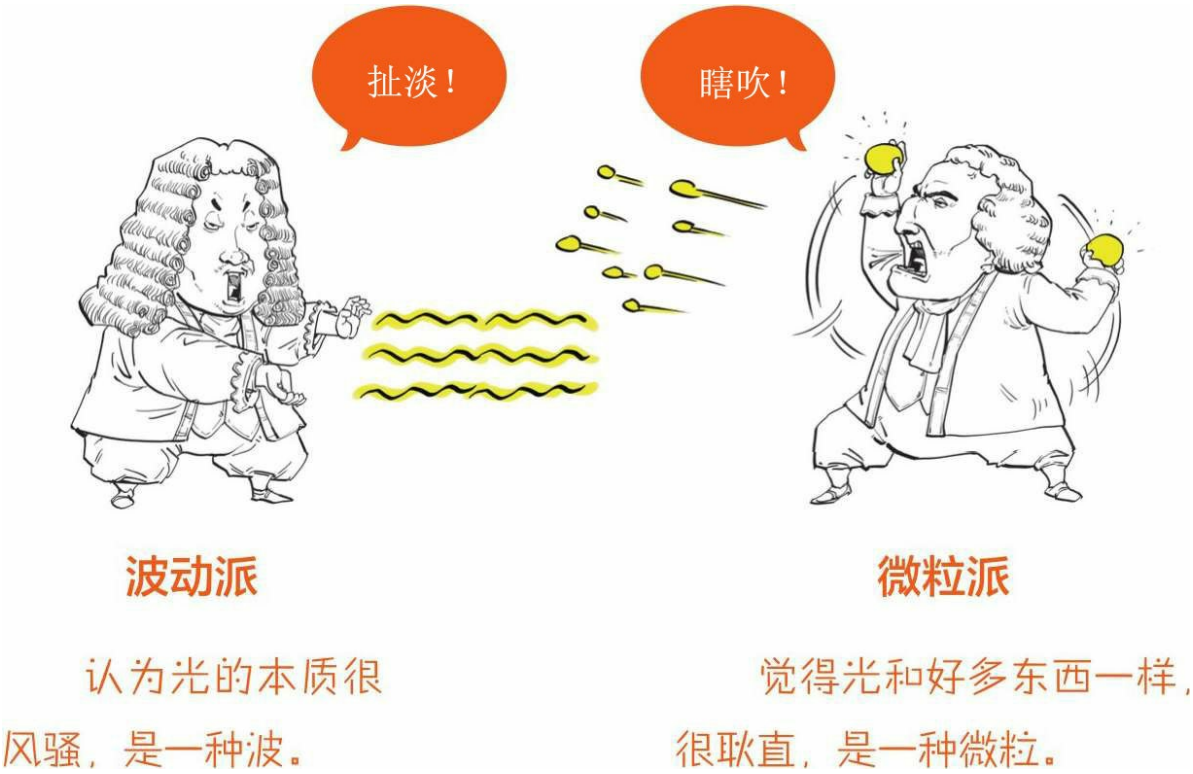
前两章咱们已经被相对论虐完了脑细胞，接下来的两章，咱们来聊一聊另一个“魔教”——量子力学。

量子力学的出现，和许多江湖门派的成立一样，看似悄无声息，实则刀光剑影，充满了混战和统一。

纷争的源头，要追溯到一个古老的问题——

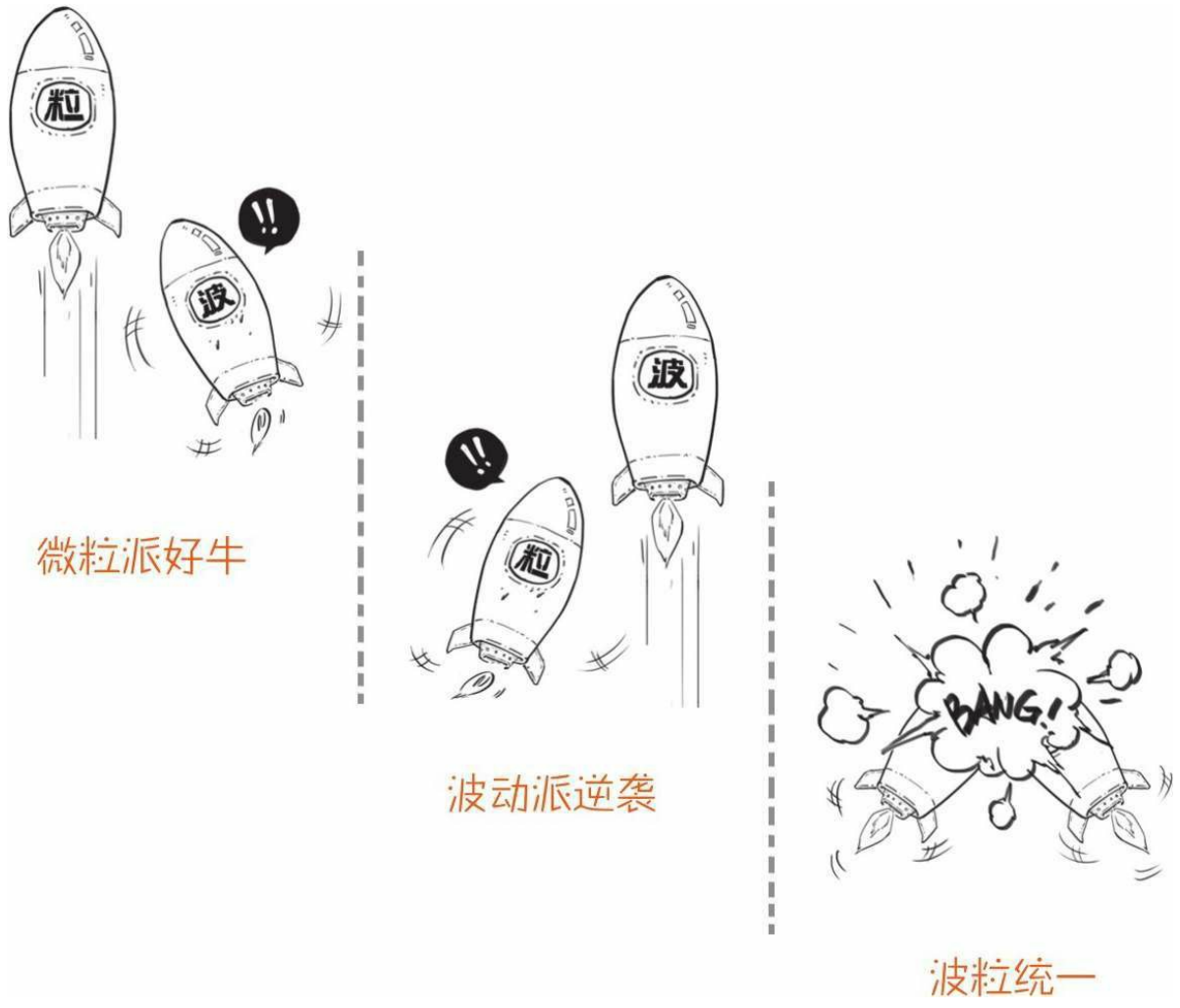
光的本质是什么？

几百年来，关于这个问题的答案，有两个主流的看法，因此产生了两个水火不容的门派——



两个门派的战斗过程跌宕起伏，有碾压有逆袭有反转。

简单说起来可以分为三个阶段。



第一阶段：微粒派好牛

波动派和微粒派互相抬杠好多年，一开始谁都没说服谁，直到一对死对头的出现，才暂时分出了个高低。

他们就是结下了万年梁子的：

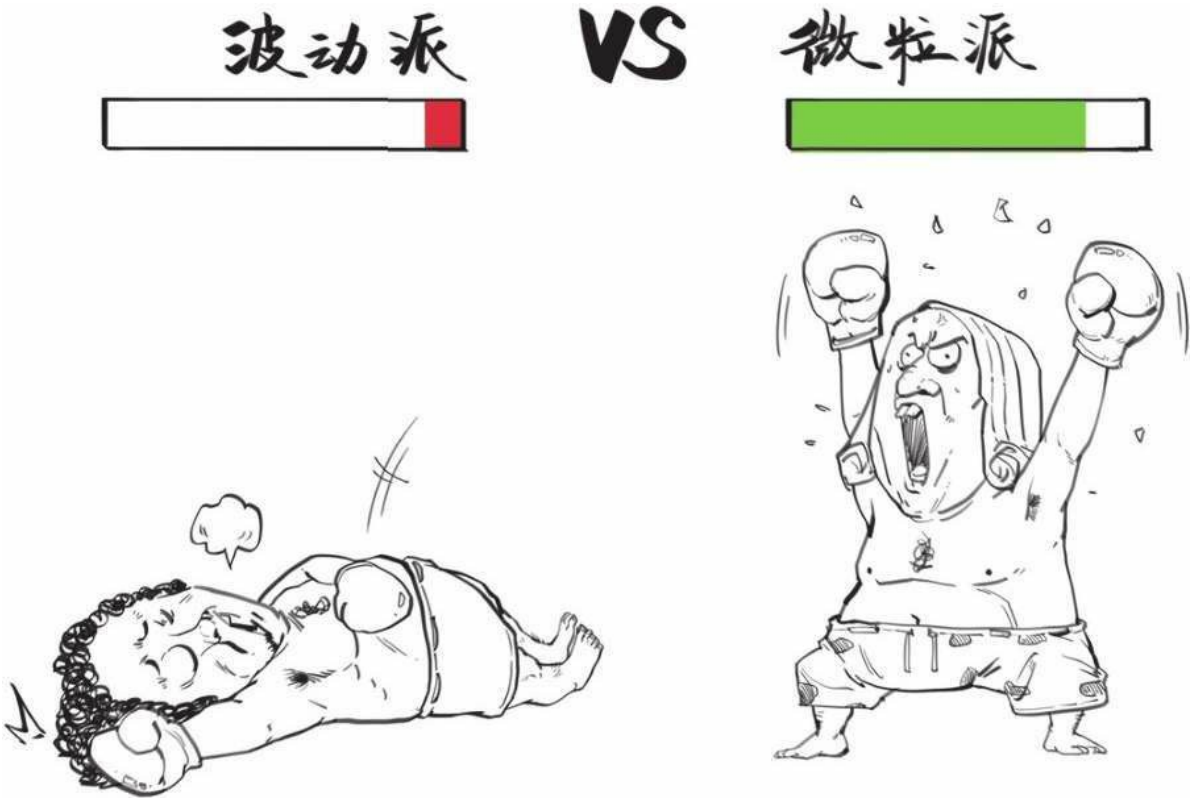
波动派的**胡克** VS 微粒派的**牛顿**

如果说胡克站队，是出于纯粹地科学推测；

那么牛顿的站队，则出于纯粹地恶心胡克。

这本是一场势均力敌的对抗，可是后来牛顿站到物理江湖的顶点，成为一方霸主。

他背后的微粒派也跟着沾了光，波动派也就此被按在地上摩擦了一百年。



据说，牛顿甚至特意在胡克去世后写了本畅销书，来宣传自己的光学研究成果。

此时的波动派群龙无首，一个能打的都没有，这就导致他们毫无还手之力。

那微粒说真的无法撼动吗？

第二阶段：波动派逆袭

风水轮流转，一百多年后，波动派出现了一名英国的眼科医生，单枪匹马挑战权威。

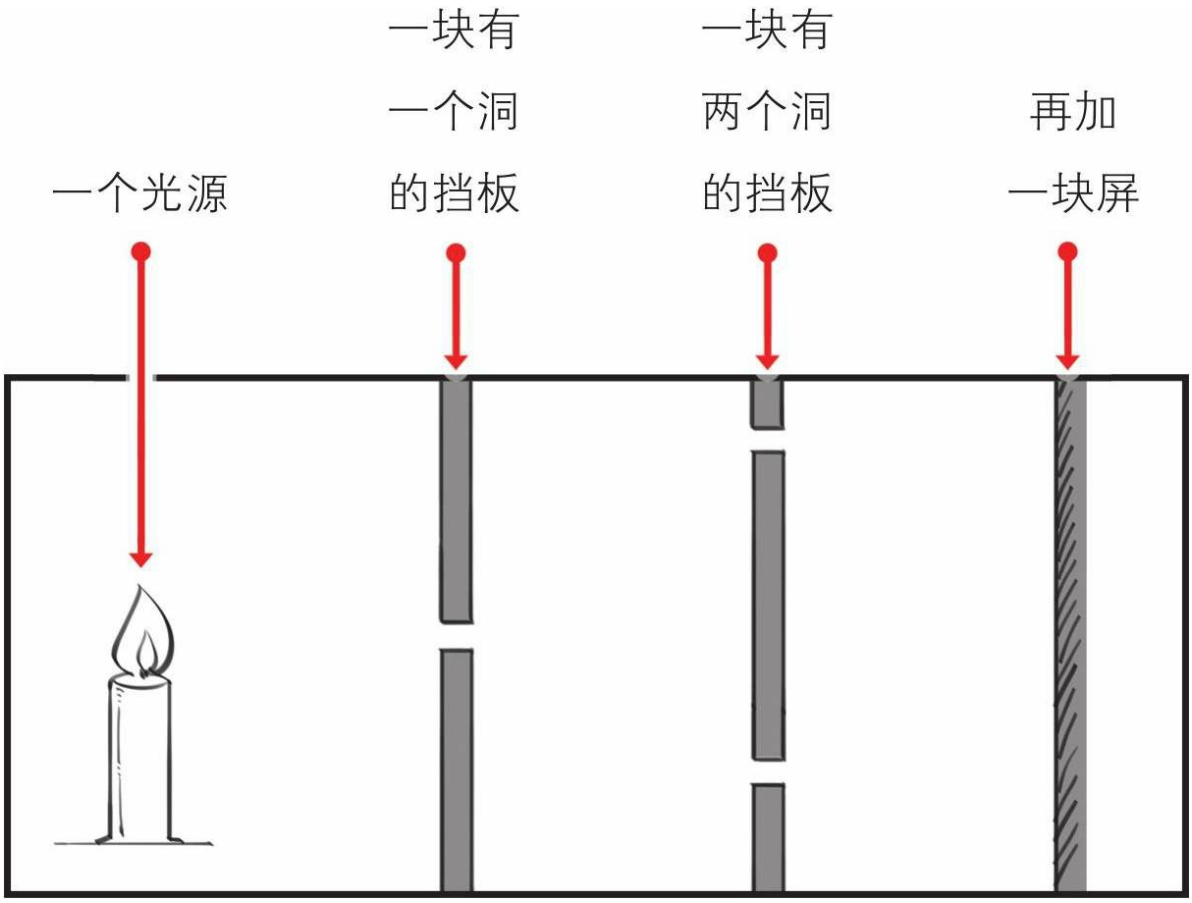
这个人就是托马斯·杨。

话说杨少侠，也是个天才，两岁读书，四岁背诗，六岁刷完两遍《圣经》，十四岁精通多国语言。

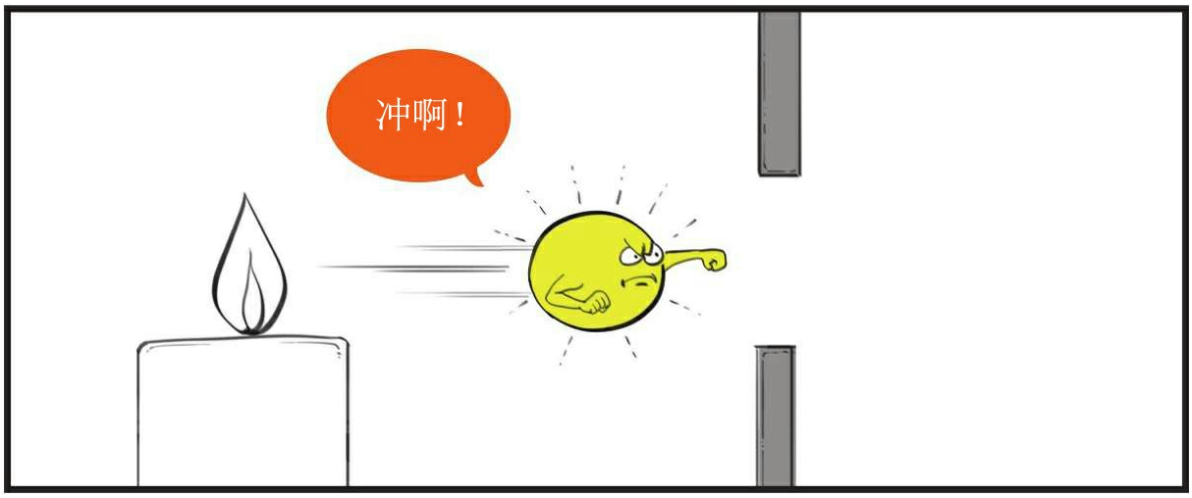
原以为一代文豪就此诞生，可谁知杨少侠路子跑偏了，任性地选择转专业，开始研究起光学。

然后他随随便便做了个实验，一不小心就青史留名。这就是著名的杨氏双缝干涉实验。

实验其实很简单，只需要：



如果牛顿说得对，光真的是粒子，就算它笔直地通过了第一扇门……



也会因为自个儿太耿直，而撞上第二堵墙。

所以理论上来说，最后的屏幕上应该是一片漆黑。

可实际上呢？

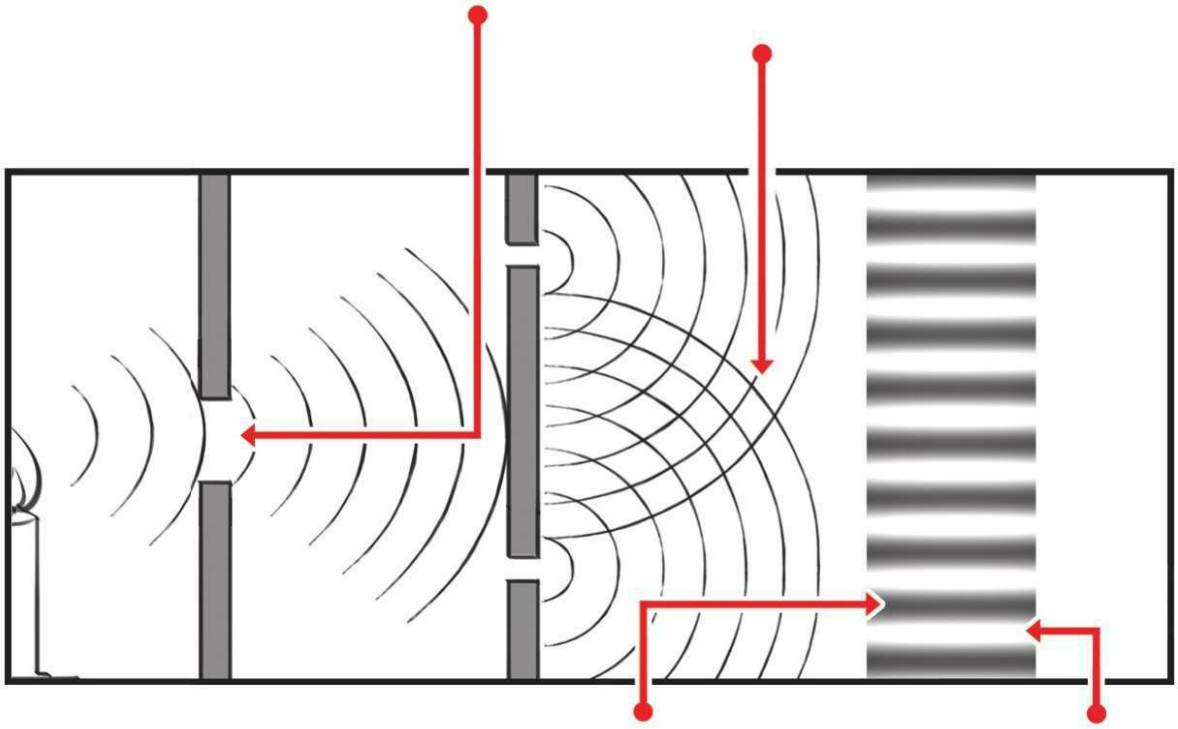
最终在屏幕上出现的，却是明暗相间的条纹。

哎哟！
理论
实际

这就说明，光根本不是粒子，而是一种波!

光波通过小孔后，会发生**衍射**，接着继续传播下去。

通过双缝的两个波，会在这里相遇。



波峰和波谷叠加，形成暗纹。

波峰和波峰叠加，形成亮纹。

小杨小眼一眯，不得了!这不正是支持波动派的证据吗？

果然，实验结果一出，铁证如山，打得微粒派猝不及防，波动派就此崛起。

后来大家都知道，麦克斯韦预言了光是一种电磁波，赫兹又用实验证明了这事儿，微粒派这下算是心服口服了。

是不是看上去，光是一种波这件事，已经板上钉钉、毋庸置疑了？

第三阶段：波粒统—

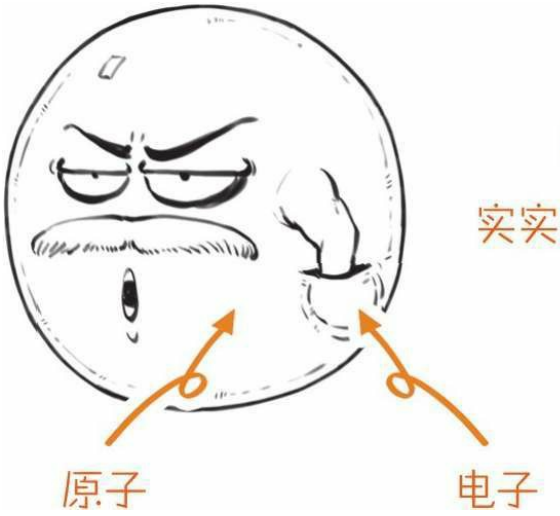
关于光的本质之争，并没有就此完结，托马斯·杨肯定想不到，又过了百来年，自己这个杨少侠的名头快要顶不起了。

针对波动说，有几个大爷，站出来表示不服。

这下，不仅解释了光的本质，还搞出了一个令物理学界震三震的新学说——量子论。

具体怎么一回事呢？咱们把镜头往前推一推。

话说当年，赫兹除了验证了电磁波之外，还瞄到了一个神奇的现象。



这种见光跑的现象，就是光电效应。

补充一点，准确来说，赫兹做实验的时候，还没有发现电子。他只是看到金属板被光照了以后，会带正电。

这个现象迅速霸占了头条，科学家们扎堆来凑热闹，但是大家很快发现，经典物理在这里根本说不通!

根据经典物理理论：

如果光是一种波，高能的光照在原子上，电子就会跑得飞快!

如果是低能的光，那也没关系!

波的特点，是能量连续不断。

光波会对电子产生持续性的刺激，能量可以累积，所以只要熬得久，电子就能攒够能量跑路。

可理论归理论，实验结果却不是这样！

从实验结果来看，甭管低能的光照多久，电子就像个钉子户，不跑就是不跑!

这该如何解释呢？

爱蹭热点的爱因斯坦，陷入了沉思。

正当他百思不得其解，突然大眼睛一瞟，瞟到了一个靓仔：

量子祖师爷·马克斯·普朗克

普朗克，德国人，会弹会唱会作曲，平平无奇的大帅哥。

原本靠颜值就能当个人生赢家，走向人生巅峰，可普帅很任性，偏要靠才华，死磕物理学。

在他刚准备闯荡物理江湖的时候，有一名物理老师曾劝他：

开个玩笑，其实是当时的物理学家们认为，物理界差不多被研究秃了，仅剩的几根毛也是可有可无。

可普朗克偏偏不信这个邪。

别看普帅的颜值一路跌停，人家的学术成就却是高歌猛进。

而他研究的课题，就是两朵乌云之一的——

具体啥是黑体辐射，解释起来太过复杂，混子哥就不在这里展开了，有兴趣的可以自行了解。

但咱们要记住的，是普朗克为了解释这个问题，所得出的一个冲击三观的结论。

话说在经典物理的世界观里，大家觉得能量是可以无限分割的。

可为了解释黑体辐射，普朗克做了个大胆的假设：

能量是不能无限分割的，切到最小要卡壳!

这个不可再分的最小单位，普朗克叫它能量子，也就是量子的雏形。

用这个假设，就可以完美解释黑体辐射问题。

可那个年代还是经典物理的天下，普帅的理论，无疑被看作歪门邪道，他本人都不咋信。

甚至之后的许多年，他都在努力打自己脸，试图推翻自个儿。

但他万万没想到，自己顺口一提的玩意儿，居然还挺好使，一不留神给小爱提供了光电效应的解题思路。

咱们前面提过，光电效应中遗留了一个问题：

为什么有些光波射得够久，能量累积得够多，也打不出电子呢？

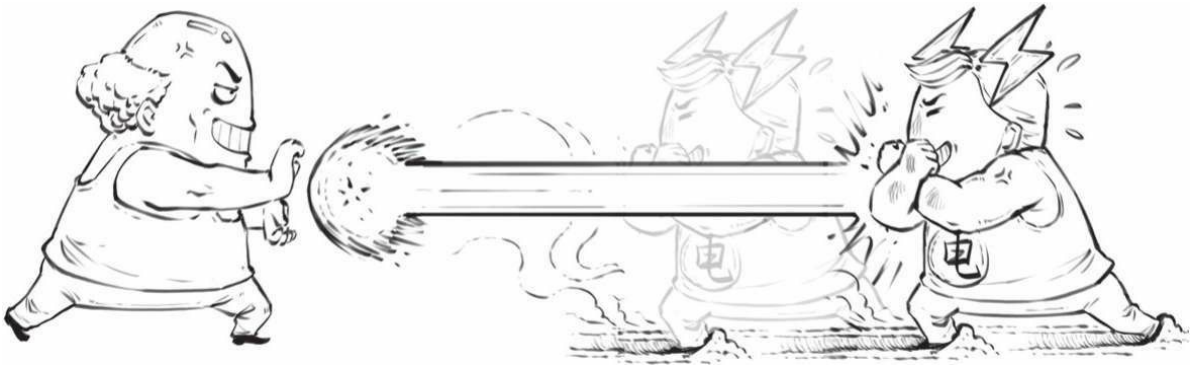
看到了普帅的能量子假设，小爱灵光一闪：真相只有一个!

光可能不是波，

而是一种粒子!

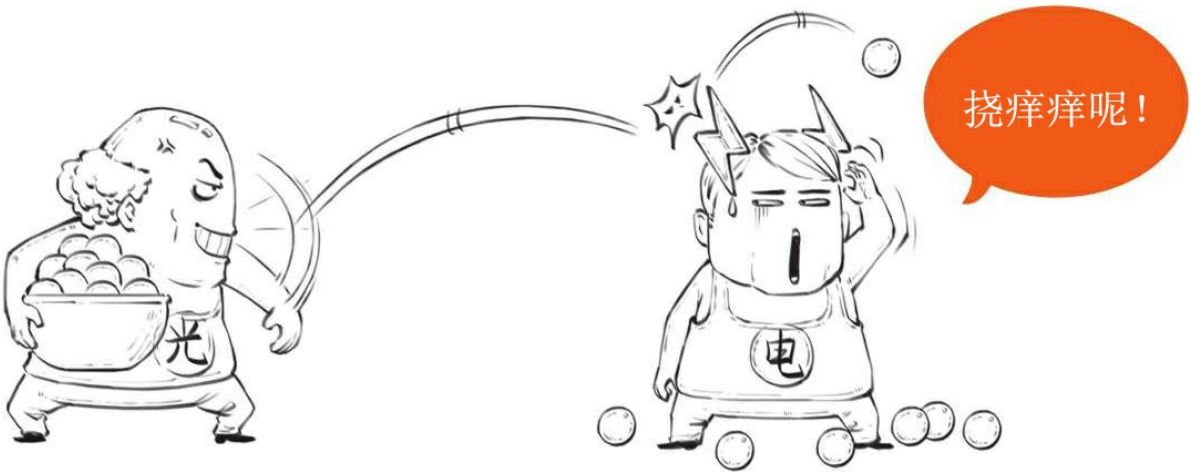
哈意思呢？

打个比方，如果光是一种波，那它会对电子施加连续不断的能量，能量不断累积，电子就会移动。

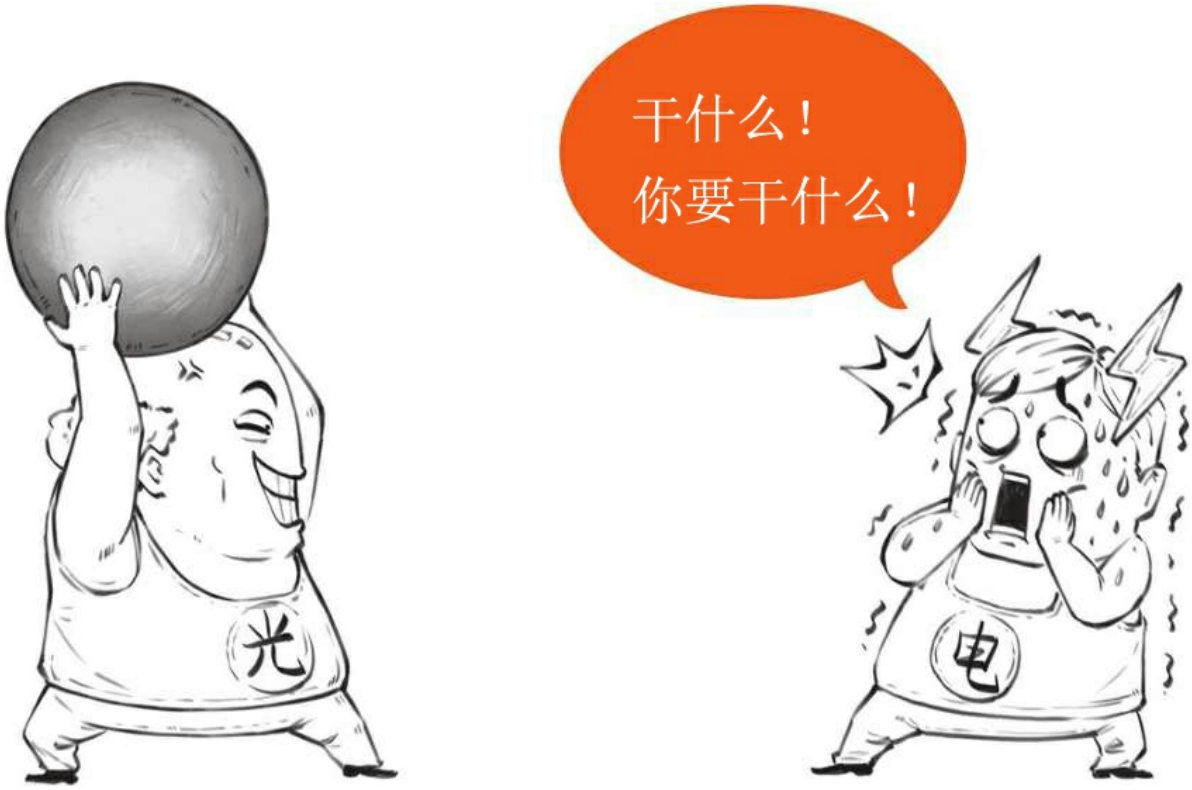


可如果光是一种粒子，那它产生的能量就不是连续的，而是一份一份的!

要是光的能量不够强劲，那电子死都不会走。



而只要光的能量足够强，那就会让电子跑路!



爱因斯坦把这种一份份的光，叫作光量子，简称光子。

爱因斯坦的这个假设完美解释了光电效应的问题。

不久后，美国科学家密立根，完成了验证光电效应的实验，和爱因斯坦的理论完全吻合。

爱因斯坦也因此获得了1921年的诺贝尔物理学奖。

爱酱也因为将量子理论发扬光大，被咱们称为——

言归正传。按照小爱的理论，光又从连续的波，变成了不连续的粒子，这岂不是证明牛顿还是对的吗？

既然杨氏双缝干涉实验验证了光的确有波动性，而光电效应实验也验证了光的确有粒子性。

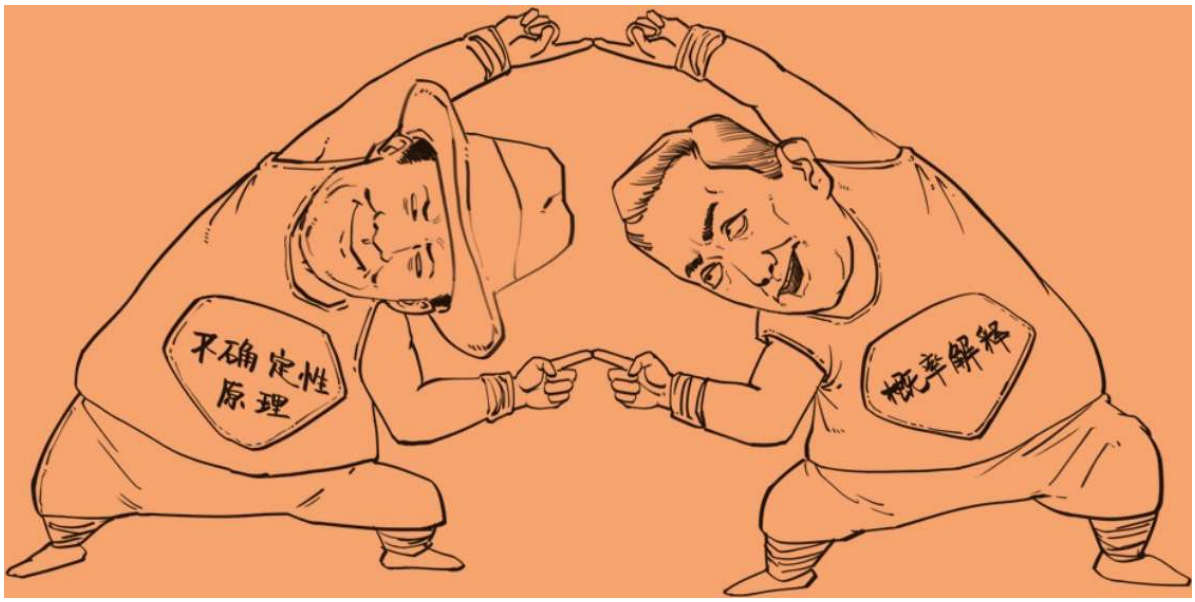
爱因斯坦提出光电效应的光量子解释，使得当时的科学家逐渐意识到光同时具有波和粒子的双重性质。

这就是传说中的：

波粒二象性。

欲知后事如何，咱们下一章再见。

七、量子力学正传



上回讲到光既是一种微粒，又是一种波，它具备波粒二象性。

这就好比形容一个人，既是男的，又是女的。

更可怕的是，这个结论不是瞎想，而是经过科学家的精密实验，亲测有效的。

杨氏双缝干涉实验

证明了光的**波动性**。

光电效应实验

证明了光的**粒子性**。

既然光有波粒二象性，有一名科学家就在这个基础上进一步推测，提出了一个更大胆的猜想。

这个人就是法国贵族德布罗意。

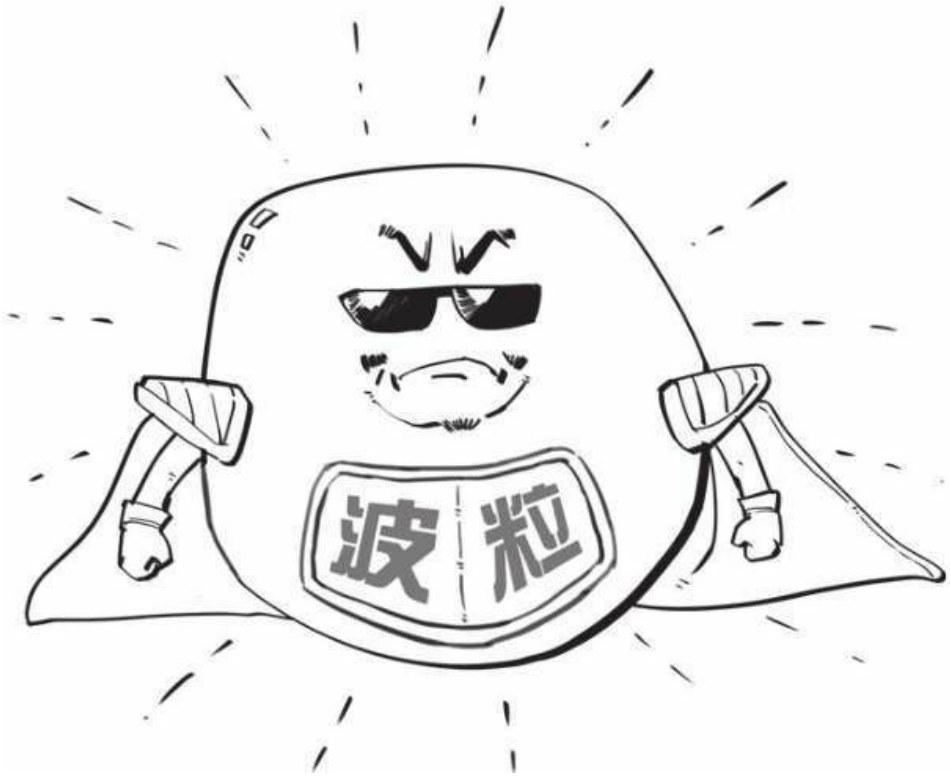
话说德亲王的脑瓜子离谱到啥程度呢？在他看来，波粒二象性，并不是光的独门秘籍。

像原子啊、电子啊，甚至世间万物，都有波粒二象性!

也就是说，你以为的实物粒子，其实都有波动性。这种波被称为物质波，也叫德布罗意波。

虽然德亲王最初只是不负责任地瞎猜，但谁知后来科学家们竟然真用实验证实了，许多微观粒子都具有波的性质。

这也坐实了德布罗意的猜想。

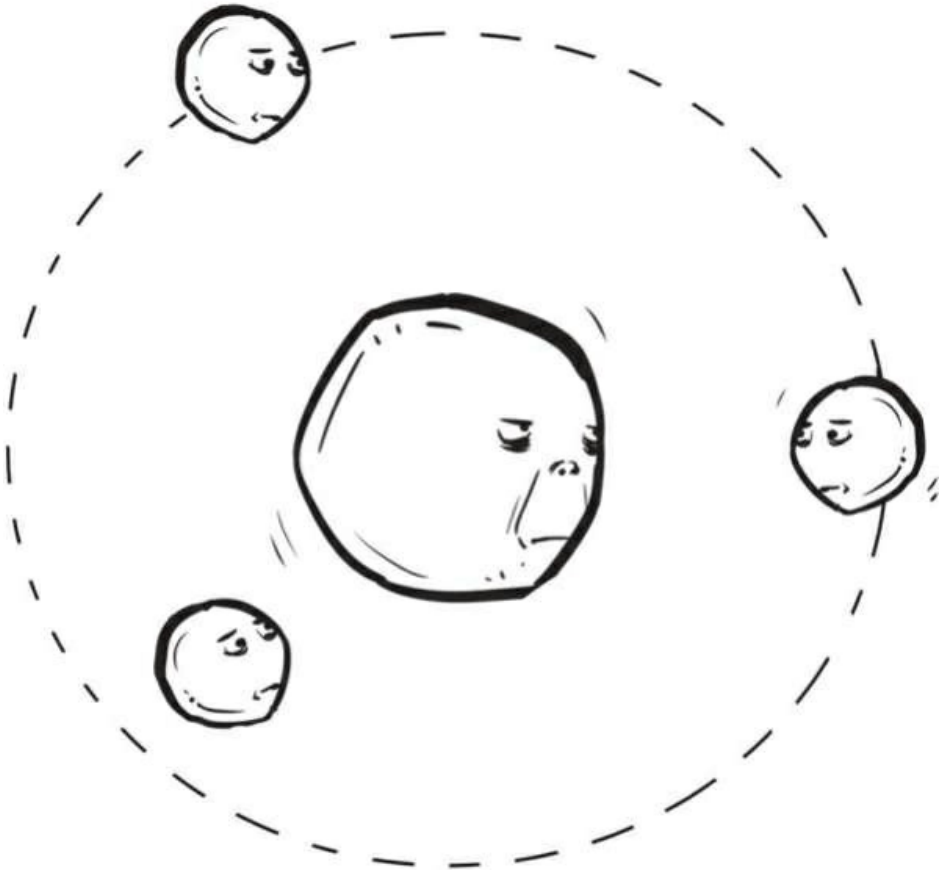


所有微观粒子，都具备波粒二象性!

于是，后来的科学家们针对微观粒子的运动状态进行了研究。

这就衍生出了一个全新的学说，这个学说就是传说中的——

量子力学



故事讲到这里，咱们来回顾一下量子力学的建立过程。

最早，**普朗克**提出了量子假说，认为能量是不连续的。

爱因斯坦把量子假说用到了光电效应中，并提出了光子的假说，认为光具有波粒二象性。

后来有个叫**玻尔**的大神，把光的研究和电子联系到了一起。具体情况，咱们稍后说。

以上三人的理论，咱们现在统称为：

旧量子论

最后**德布罗意**认为，除了光之外，其他微观粒子也有波粒二象性。

量子力学

量子论建立之后，一时成为热门学科，许多人蹭上了热度，开始了量子力学的研究。

其中有个特别厉害的学派，叫作哥本哈根学派。

好了，言归正传。量子论要研究微观粒子的运动状态，那就得选个研究对象。

可这次科学家们不研究光了，而是把目光投向了一个新对象——电子。

针对电子的运动，哥本哈根学派里的两位大神，先后提出了令人怀疑人生的两大观点。

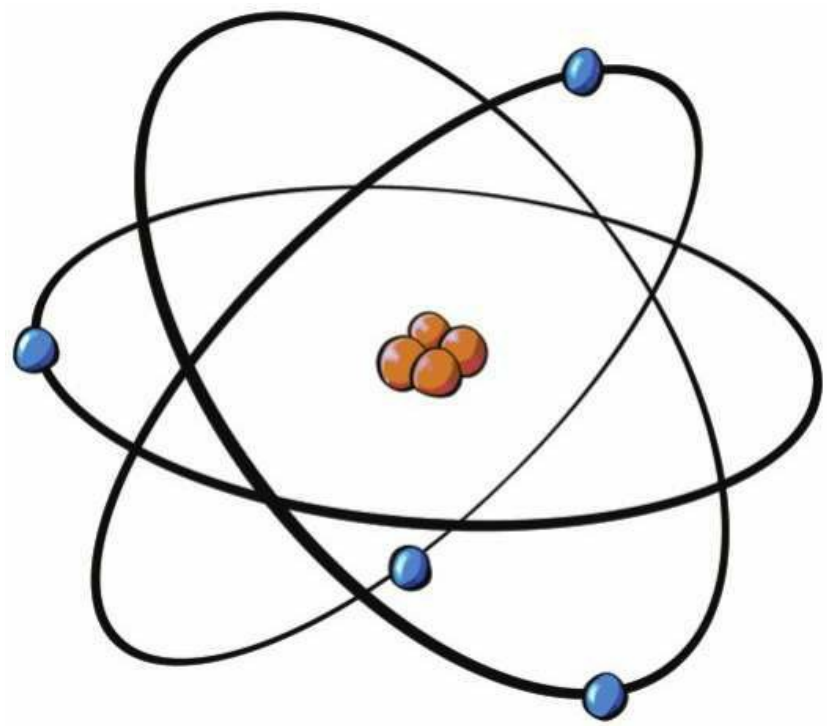
咱们一个个来说。

1. 不确定性原理

话说很久以前，有个叫卢瑟福的大爷，他曾经给原子画过画像。

在他看来，世间万物都是共通的，比如原子核和电子的关系，应该跟太阳和地球的关系差不多。

这就是卢瑟福提出的“原子的太阳系模型”，电子绕着原子核转。



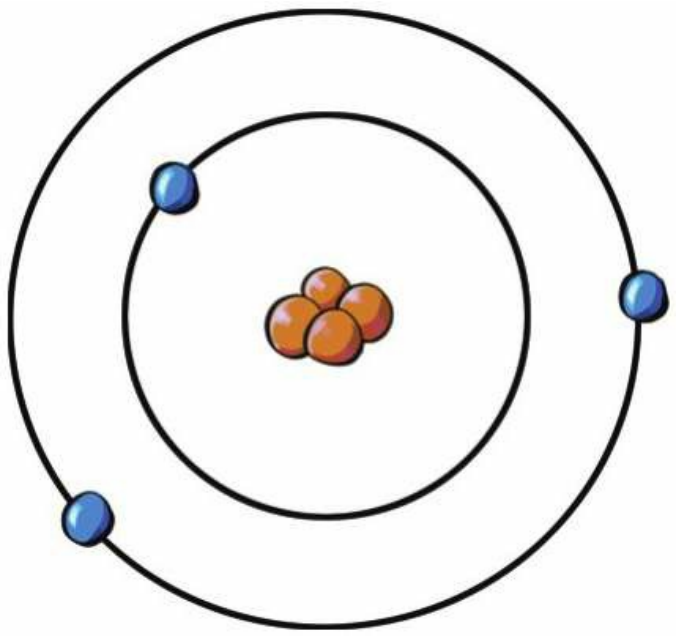
后来，他的徒弟在这个模型的基础上，做了点补充。

这个徒弟就是哥本哈根学派的带头大哥——玻尔。

没错，就是前面提过的那个。

在玻尔看来，世间万物也是共通的，比如原子，其实就跟北京的环路差不多。

原子核外有固定的轨道，电子会在不同的轨道里绕着原子核跑圈。



那电子的运动，真是这样的吗？

后来，科学家们通过实验发现，玻尔的原子模型也不太靠谱。

于是有一名科学家站了出来。

他认为，轨道这玩意儿看不见摸不着，会不会是玻尔空想出来的，其实压根不存在？

这就是哥本哈根学派的海森堡。

他提出了矩阵力学，奠定了他“量子力学之父”的地位。

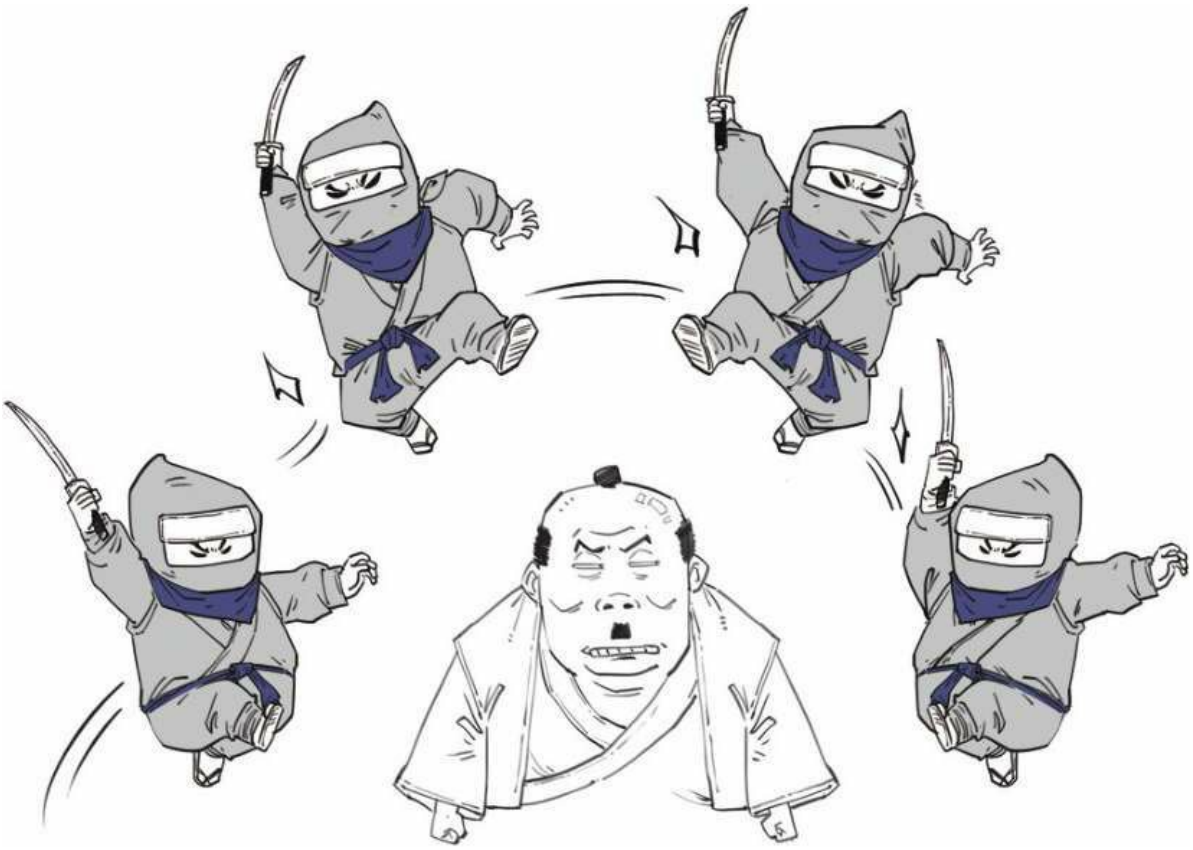
那在海爸爸眼里，电子是怎么运动的呢？

话说，当时有一些科学家通过实验分别观测到了电子的位置和速度。基于这些数据，海森堡总结了一套理论。

他觉得，电子这个玩意儿，跑位非常风骚，到什么程度呢？

它就像一个社恐的忍者。

电子并没有老老实实按照轨道绕原子核跑圈，而是极度自嗨，在原子核外面随机蹦跶。你根本摸不清它的套路。



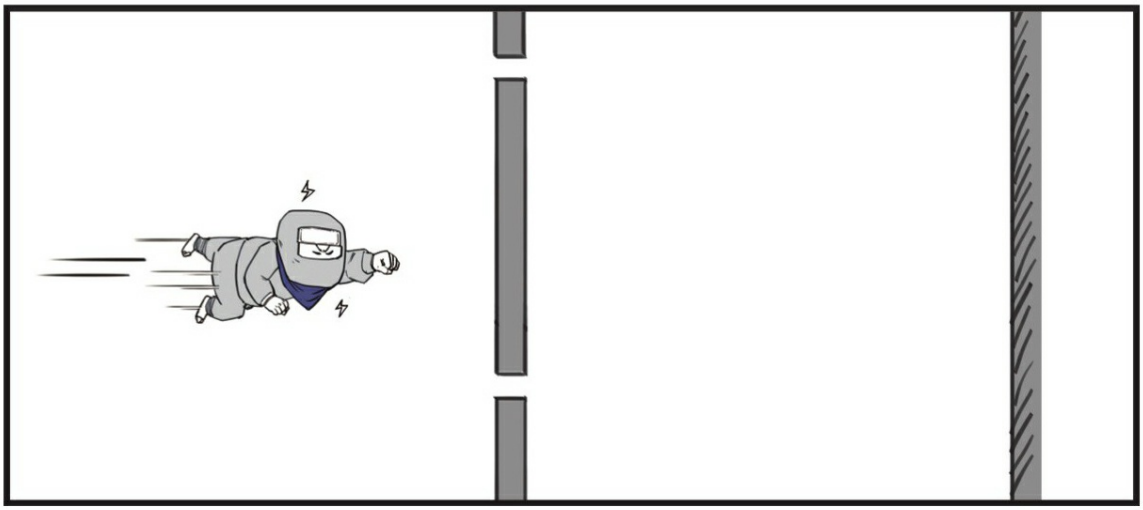
更神奇的是，当我们想知道它的确切位置好观测它的时候，它就突然消停下来，一脸蒙。

所以我们永远无法同时知道不观测时电子的位置和动量……这就是不确定性原理。

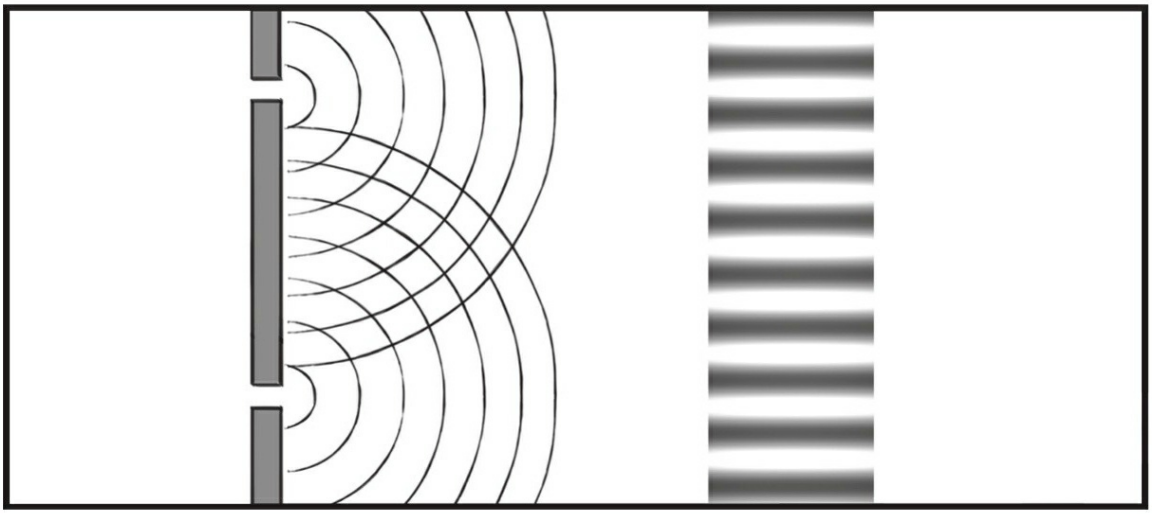
虽然很难理解，但科学家们已经通过实验验证了不确定性原理是靠谱的。

其中最著名的，就是参照杨氏双缝干涉实验设计的电子双缝干涉实验。

我们朝一块有两条缝的挡板，射出电子。



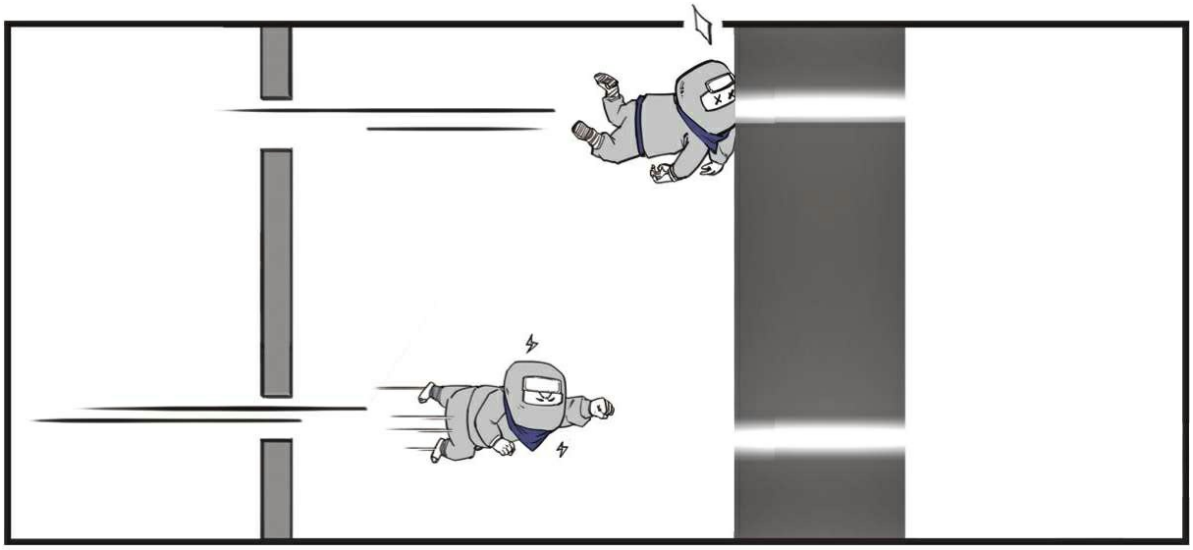
因为电子有波动性，所以它会发生衍射，并最终在屏上呈现明暗相间的条纹。



可一旦我们想观测电子是怎么穿过这两个孔的时候，实验结果居然发生了变化!

这时它就不像波一样传播了，而是像粒子一样穿过。

屏上只有两条亮纹。



是不是很神奇!

同时，电子双缝干涉实验也进一步验证了微观粒子的波粒二象性。也就是说，微观粒子的状态既有波动性，也有粒子性。

既然电子的运动这么神奇，那它真的是那么随心所欲吗？

2. 概率解释

话说和海森堡同时期，还有一名科学家，从另外一个角度也得出了上面类似的结论。

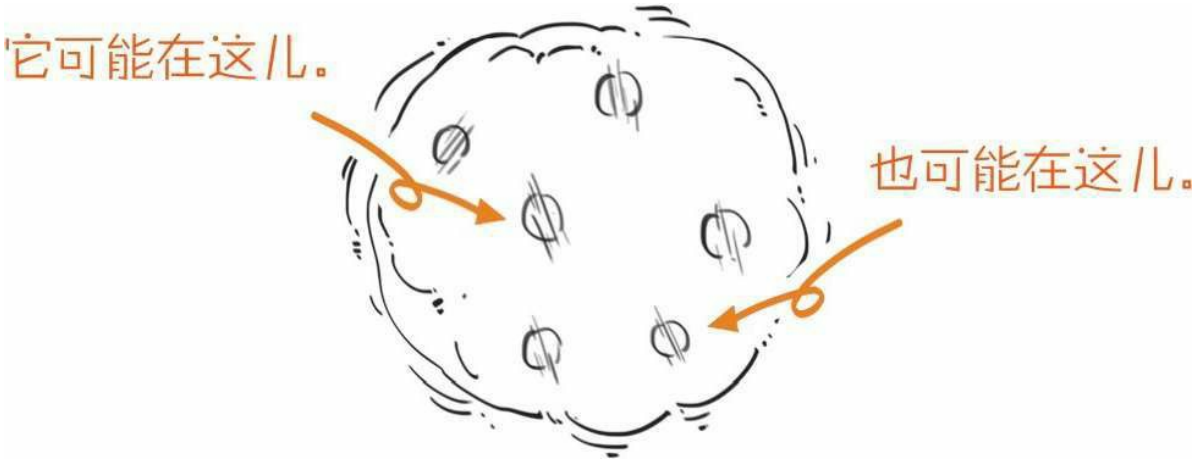
他就是浪量子力学的奠基人之一——薛定谔。

此人性别男，爱好女，物理界里独一档的渣男，人送外号：渣渣薛，具体多渣就不让播了。

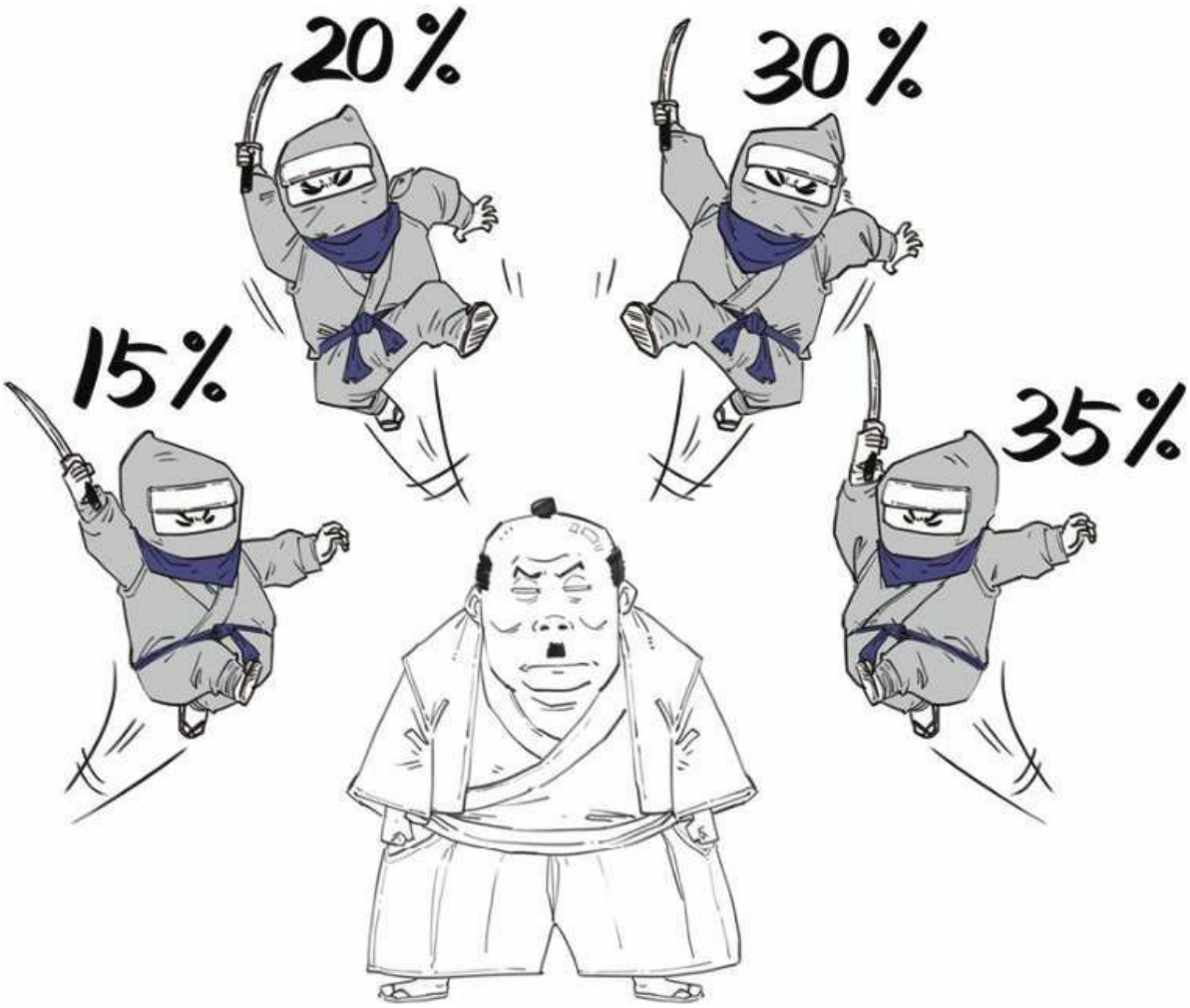
渣渣薛提出的理论叫波函数，我们就不展开讲了。为啥不展开呢？因为连他本人都是一头雾水，说不出个所以然来。

好在哥本哈根学派的另一位大牛——玻恩，站出来替他解了围。

玻恩是这么解释波函数的：其实电子的位置吧，它就是一团概率，随机起来不是人。



不过，虽然我们没法确定它的走位，但电子在每个位置出现的概率，却是可以计算出来的。



这就是玻恩提出的概率解释。

综上所述，不确定性原理和概率解释，共同构成了量子力学的核心——哥本哈根学派解释的主要内容。

虽然这个解释完美解决了很多问题，可大家的三观着实被碾得稀碎。

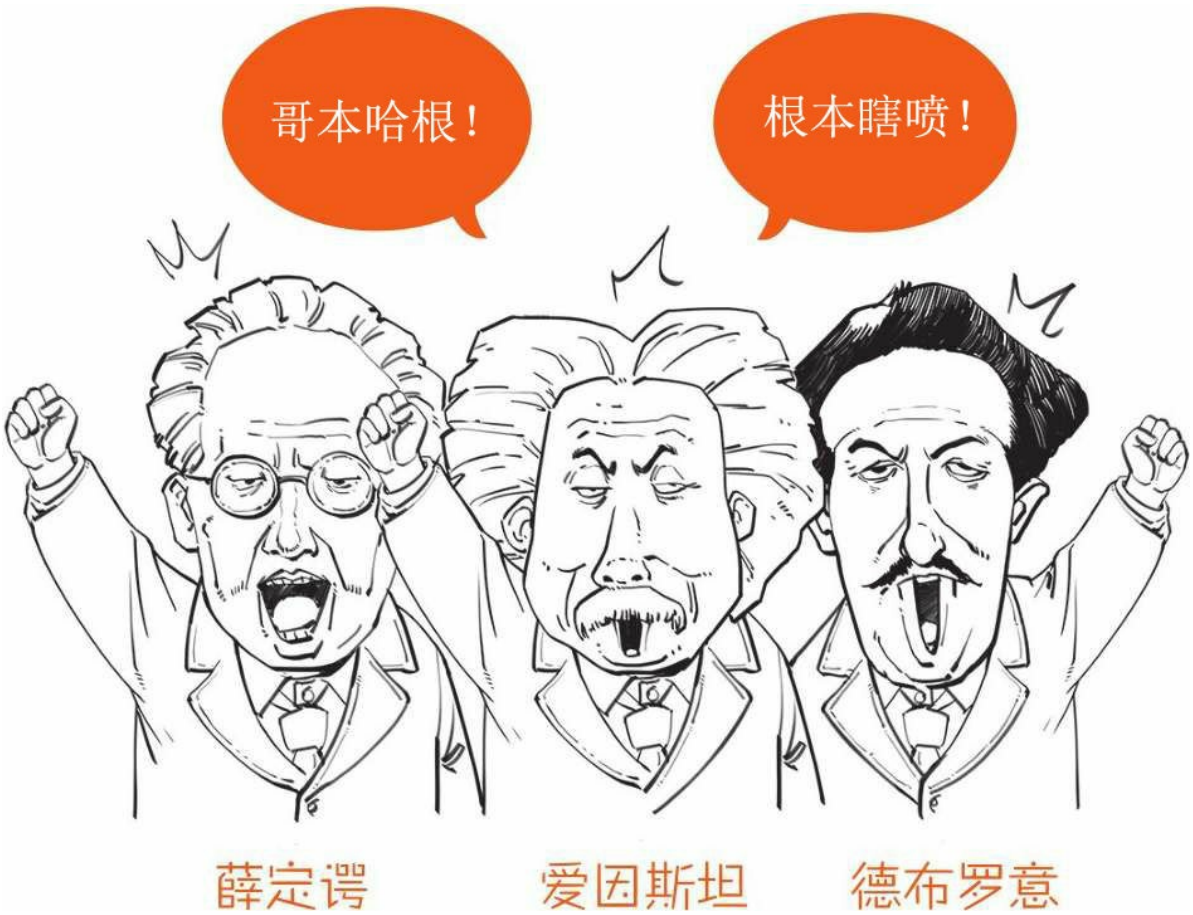
所以质疑也随之而来，很多人表示，说微观粒子的运动是随机的，这事儿也太扯淡了！

于是，支持方和反对方，就借几次团建，来了几场争斗。我们挑几次重点的来看。

一、第五届索尔维会议

首先出场的是，由玻尔领头的哥本哈根学派。

另一方在爱因斯坦带领下，质疑哥本哈根学派的研究，我们叫他们斩草除根派。



还有一拨围观群众，也个个大牌。

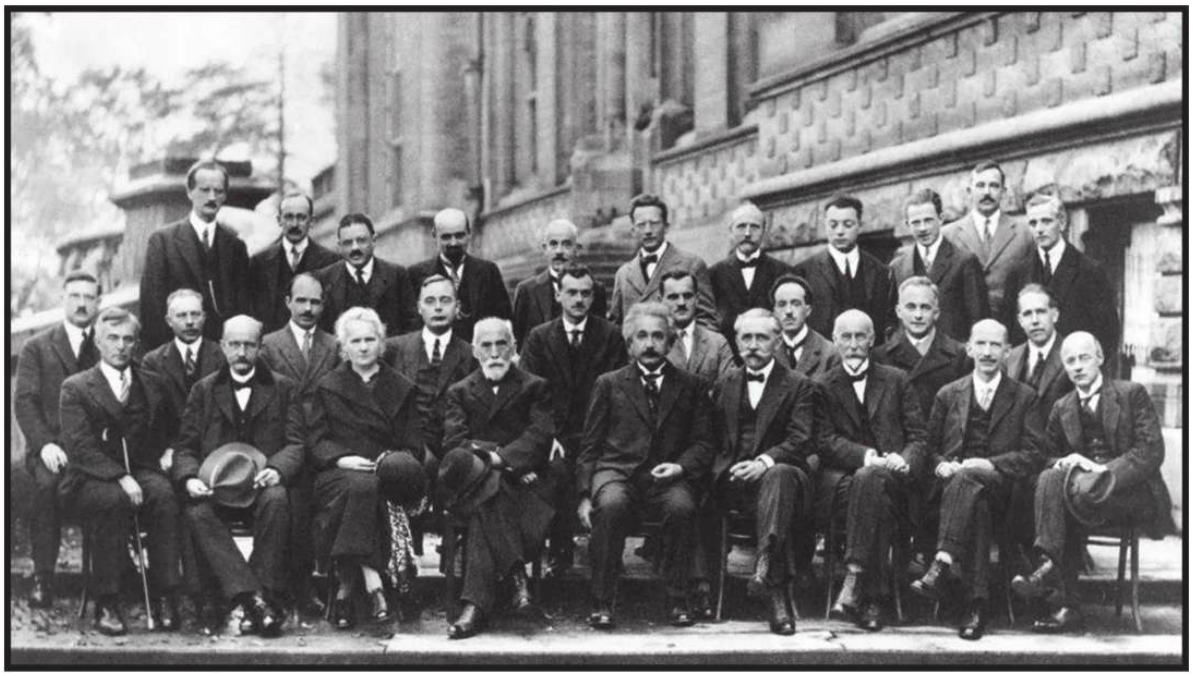
好了，对话开始。

双方就微观粒子的运动到底是否随机这个问题，进行了激烈的讨论。

反正扯了半天也没啥结果，谁也说服不了谁。

插一嘴。大家一顿争吵之后，没有结论，觉得反正闲着也是闲着，加上难得聚一回，于是就一起排排坐，来了一张合影。

没错，就是这张著名的照片。



后来，爱神和玻神又吵了好几架，依然没啥结果。当然，不仅带头大哥们使劲掐，小弟们也没闲着。

二、薛定谔虐的猫

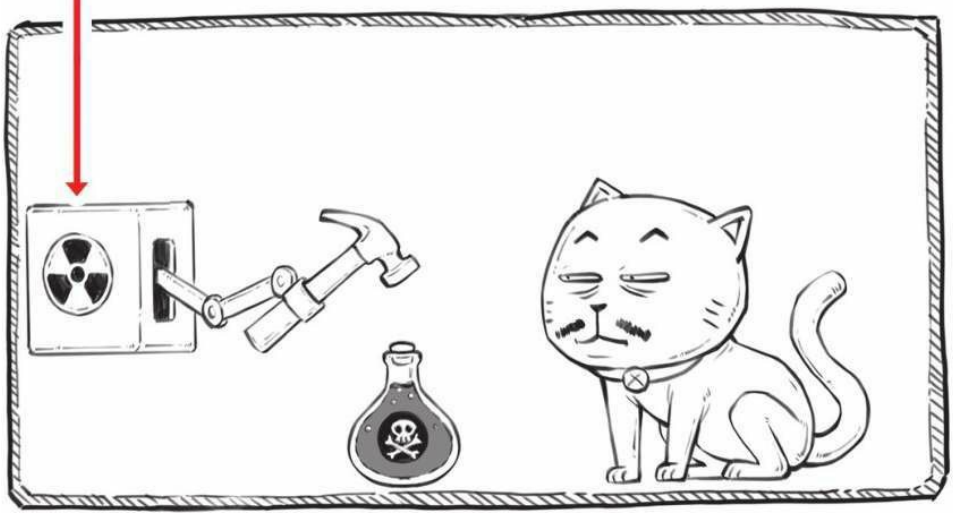
作为爱因斯坦的小弟，薛定谔也站出来，怒喷哥本哈根学派。他提出了一个丧心病狂的思想实验——

薛定谔的猫

简单解释一下。

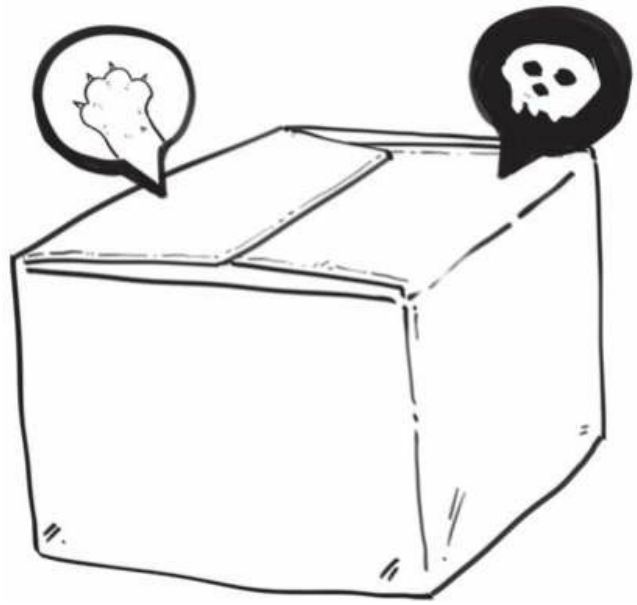
首先，找到一堆原子，这些原子有一定概率会发生衰变。相当于处于既衰变又不衰变的叠加态。

如果没衰变，啥事没有。



可一旦它们发生衰变，就会触发锤子，敲碎毒药瓶，释放毒气，把猫毒死。

所以薛定谔认为，根据哥本哈根学派的解释，如果原子是叠加态，那猫也应该处于——



既死又活的叠加态。

对地球人来说，一只猫既死又活，根本无法理解。所以薛定谔认为哥本哈根学派非常荒谬，就是在瞎扯淡。

当然，后来人们发现，这个实验并不严谨，有很多问题，所以没法参考。

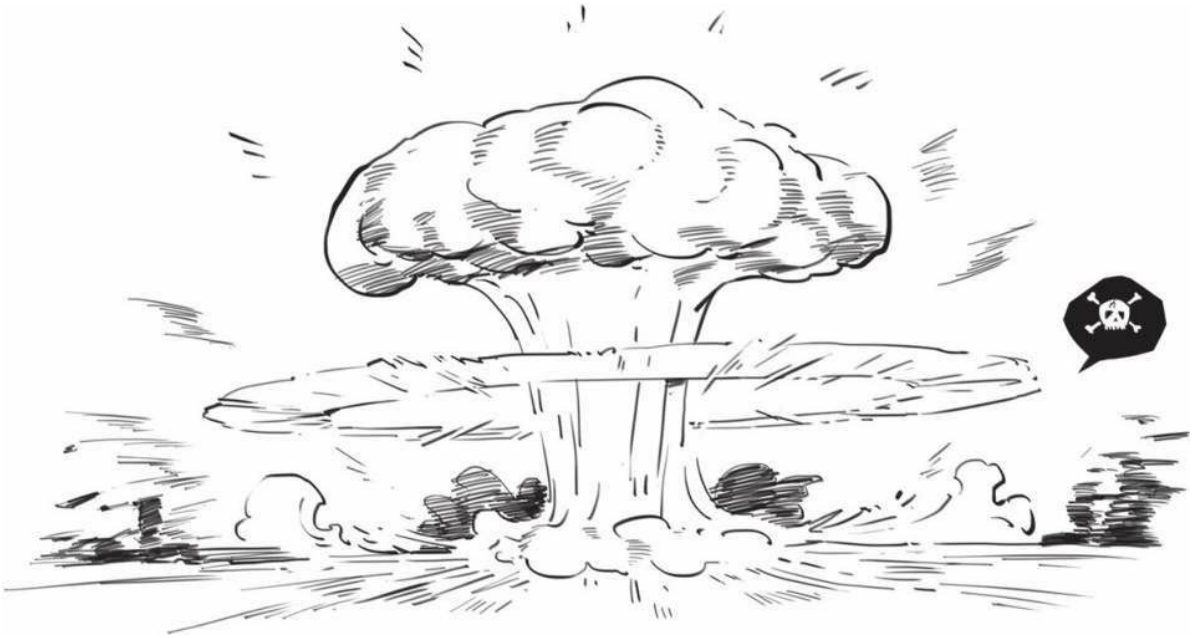
聊了这么多，其实关于量子力学的争论，直到今天都没有结束。

但是依照后来的一些实验来看，哥本哈根学派的理论，目前更加站得住脚。

和相对论相比，量子力学的发展，在这一百年内，让人类文明发生了翻天覆地的变化。

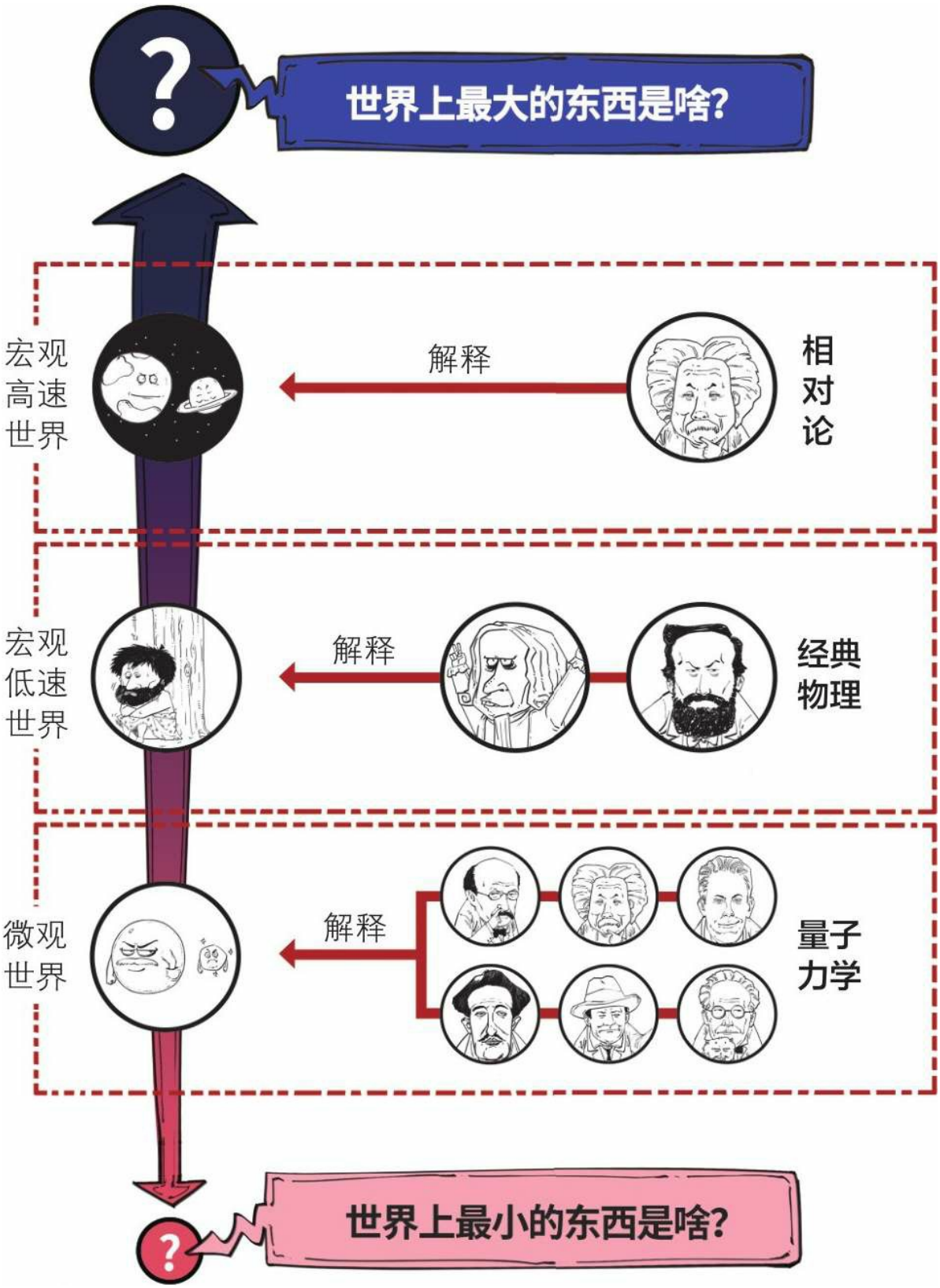
比如芯片、核磁共振、超导、激光等技术，都是在量子力学的基础上发展起来的。

不过，科学也是一把双刃剑，利用量子力学人类也造出了一些奇怪的东西，比如：



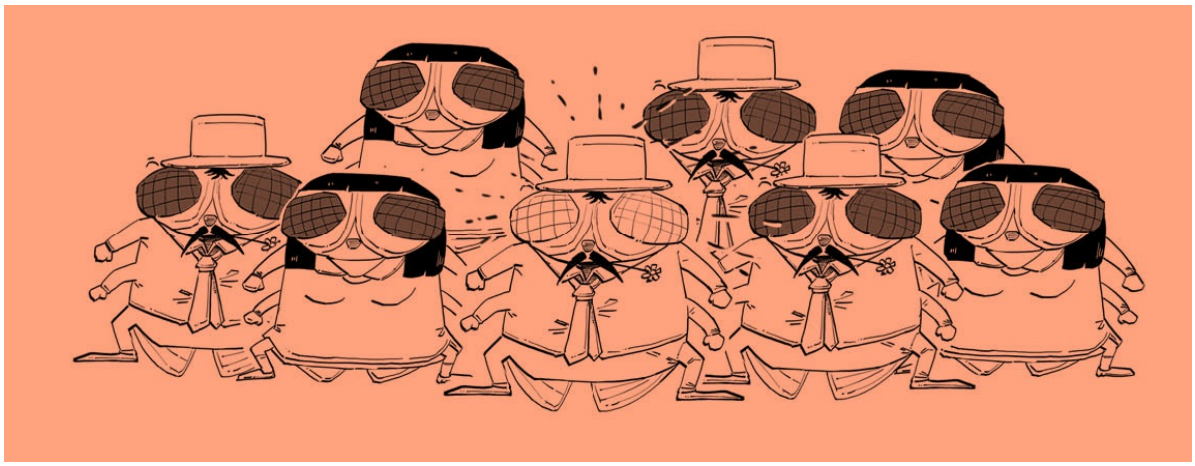
好了，量子力学的故事就先聊到这里，而我们科学史的正片部分，也在这里告一段落了。

最后，我们用一张图，总结一下整个科学史的发展结构。


世界上最大的东西是啥?
宏观
高速
世界
解释
相
对
论
宏观
低速
世界
解释
经典
物理
微观
世界
解释
量子
力学
世界上最小的东西是啥?

至于后面的故事，混子哥下次再跟大家聊。

番外一、基因的发现，就像一出捉妖记!



我们之前在《半小时漫画科学史2》中讲过，达尔文搞的进化论，惊呆了整个学术圈。

然而，达尔文绞尽毕生脑汁也没搞清楚，从生物本身来看，他们是咋进化的？

其实这个问题可以看作——为啥有的孩子像父母，有的却不像？

这事跟孩儿他爸好解释：你基因不行。可孩子问你基因是个啥，你咋解释？这就要从基因史说起。

基因的发现，就像一出捉妖记！

Part 1：发现妖的存在

达尔文的进化论刚上市，就吸引了一批粉丝，其中就有孟德尔——一名爱科学的神父，简称孟神。

孟神出生在奥匈帝国，因为家里穷，大学只能辍学，所以去教会当了个神父。

但当神父吱吱哇哇，不是一个安静美男子该有的样子，于是他又去教会开的学校教书，后来在教会推荐下，去了维也纳大学深造。

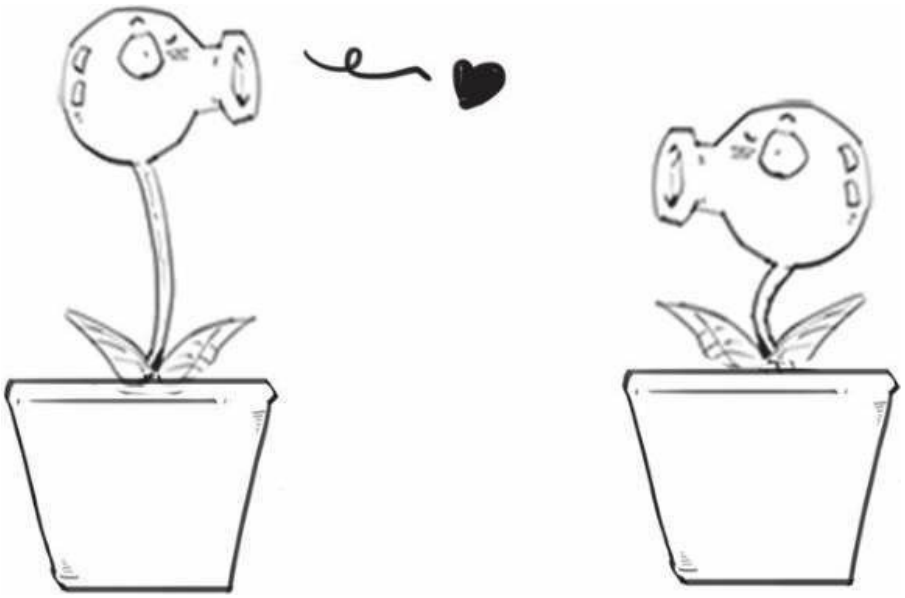
学到了知识，孟神想考个教师编制，结果愣没考上，所以他还是个神父。

不过多亏在大学期间攒的经验，加上从小爱花花草草，孟神研究起了植物。研究哪方面呢？

他扛起铁铲种豌豆，是为了研究豌豆生娃。可豌豆这玩意儿比较奇葩，是雌雄同体。

造娃都不用求人，自己就能搞定，这叫自交。所以自然状态下，豌豆一般都是纯种。

一开始孟神只是想单纯地改良豌豆品种，于是他找来不同的豌豆，让它们一起生娃，这叫杂交。



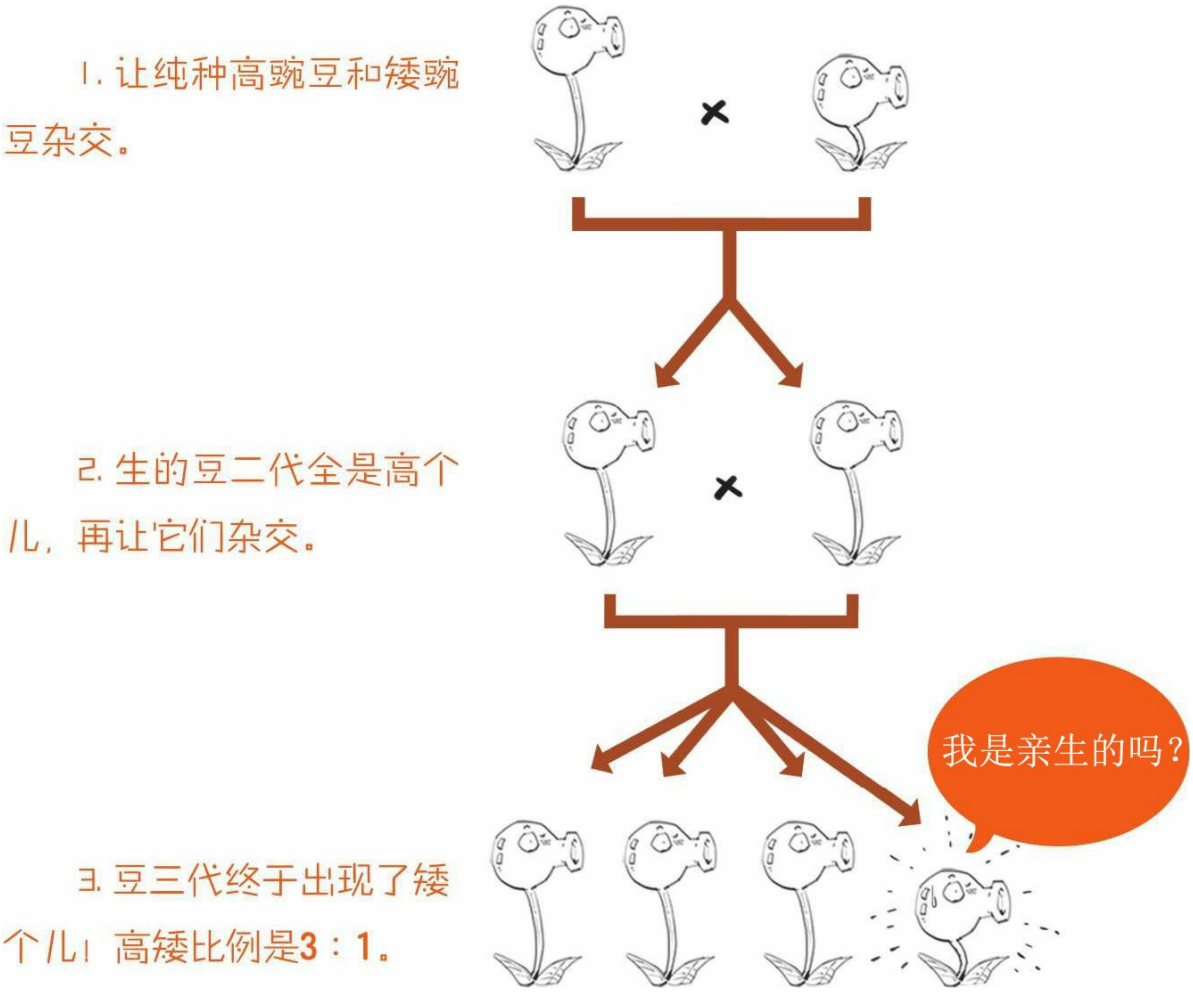
那时候，大家都相信混合遗传学说，这个学说简单粗暴：父母一中和，就是孩子。

比如：

可孟神发现，混合遗传明显不靠谱啊!有些豌豆的个头完全随妈妈，压根没爸爸什么事。

孩子为啥只随他妈呢？

这事值得扒一扒。于是孟神铁铲一转，研究起了遗传，然后做了个实验，总共分三步。

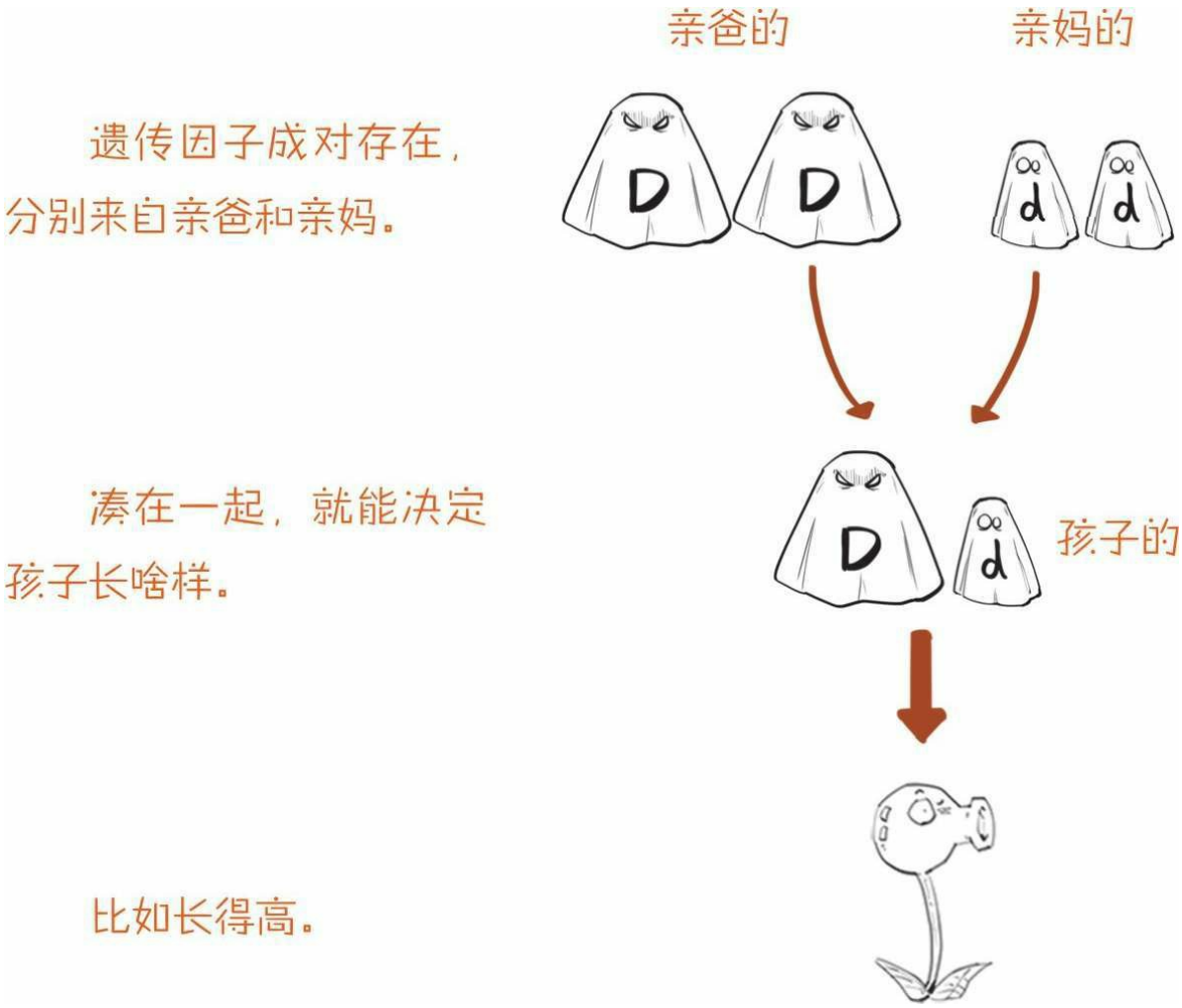


咋生个孩子还这么严谨？这明显很反常啊，事出反常必有妖!

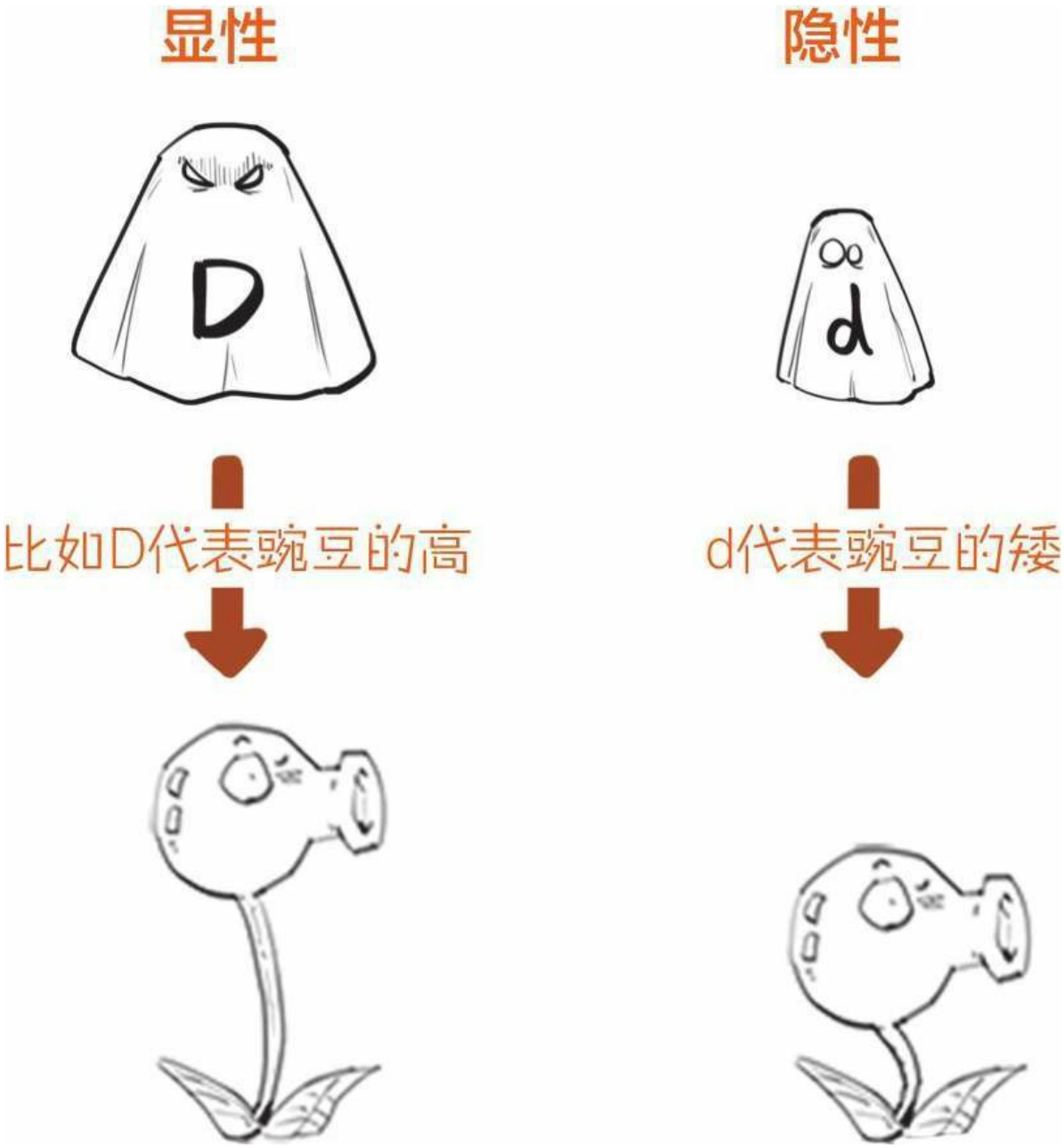
这个妖到底是个什么鬼呢？

作为一名神父，最见不得妖魔鬼怪，孟神苦思冥想，觉得应该是这么个事：

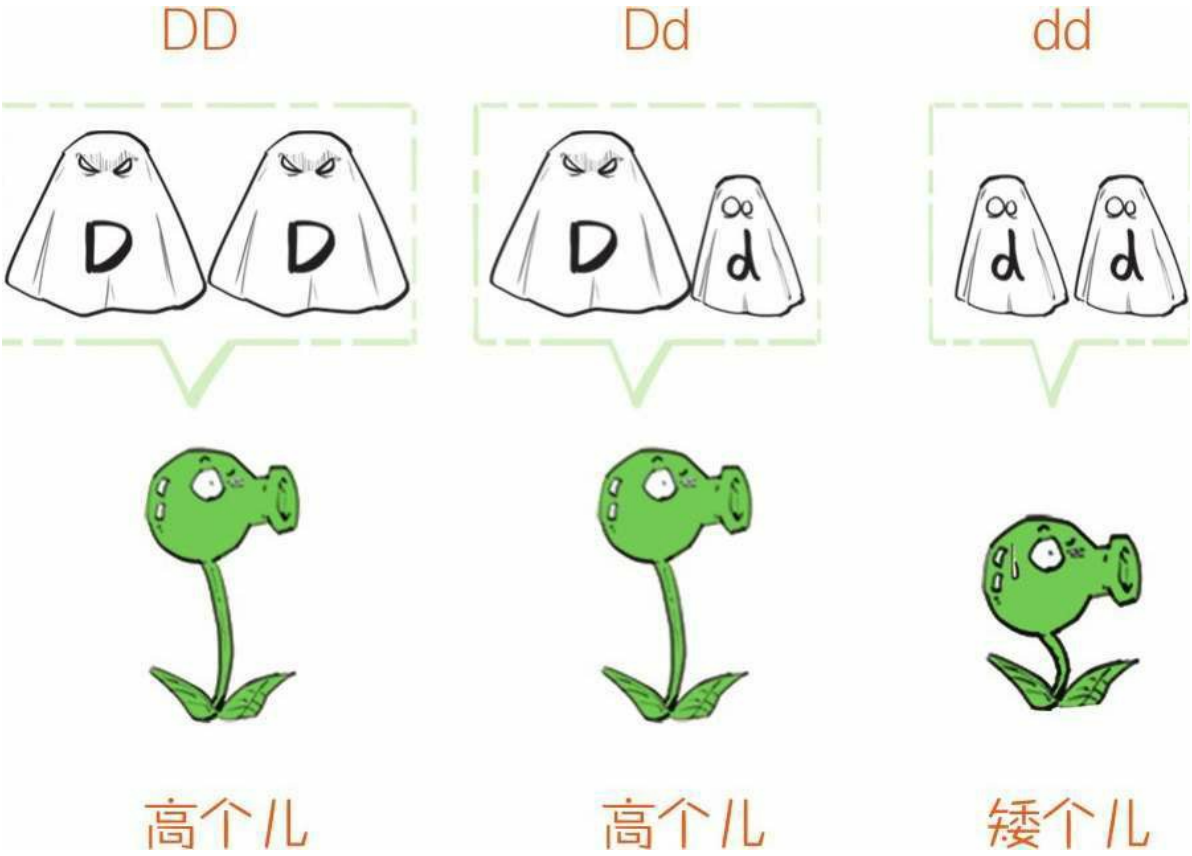
豌豆体内有个决定长相的鬼东西，叫遗传因子。



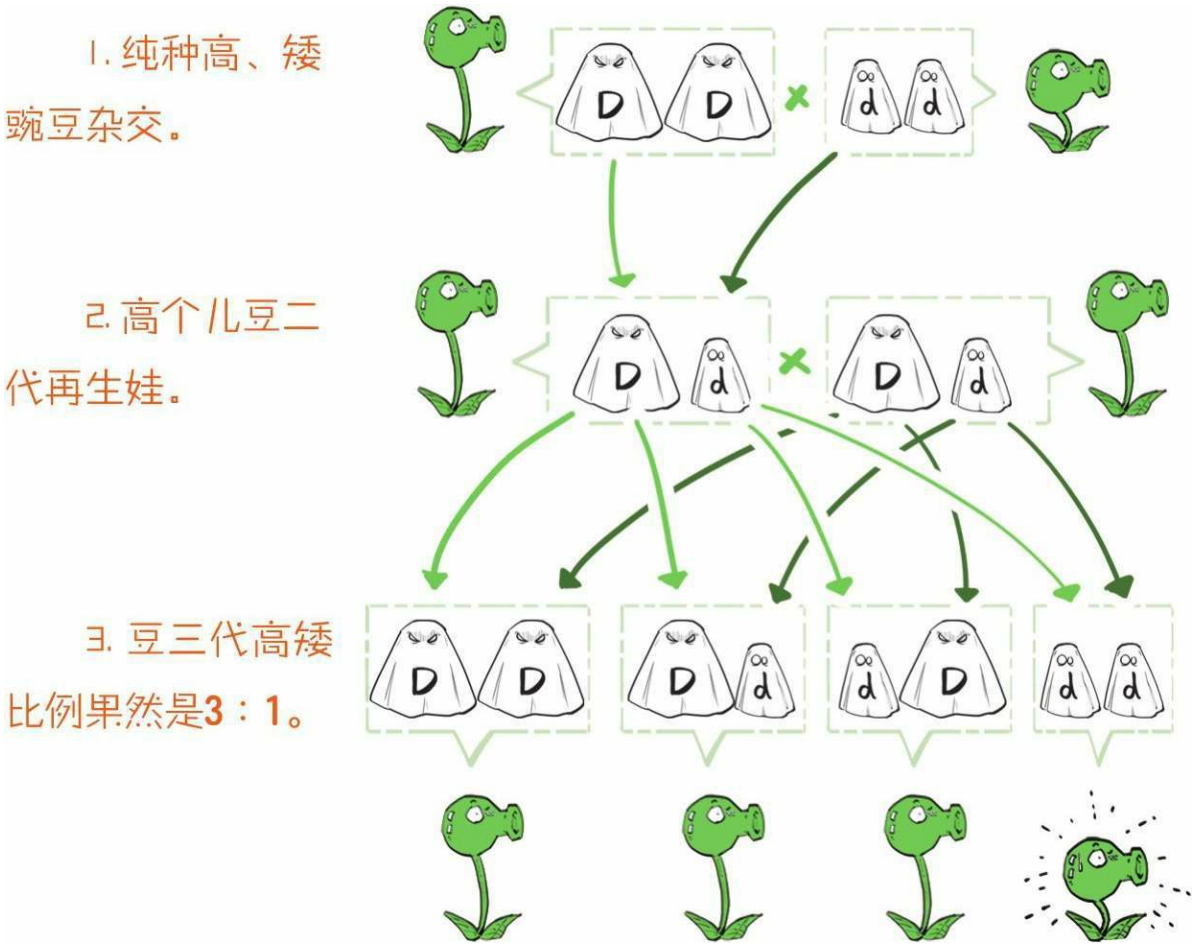
遗传因子还分显性和隐性，孟神把它们用大写字母和小写字母表示。



显性因子比较强势，只要有它，豌豆就是高个儿。所以它们和豌豆高矮的关系是这样：



按这个套路，孟德尔用遗传因子算了一下：

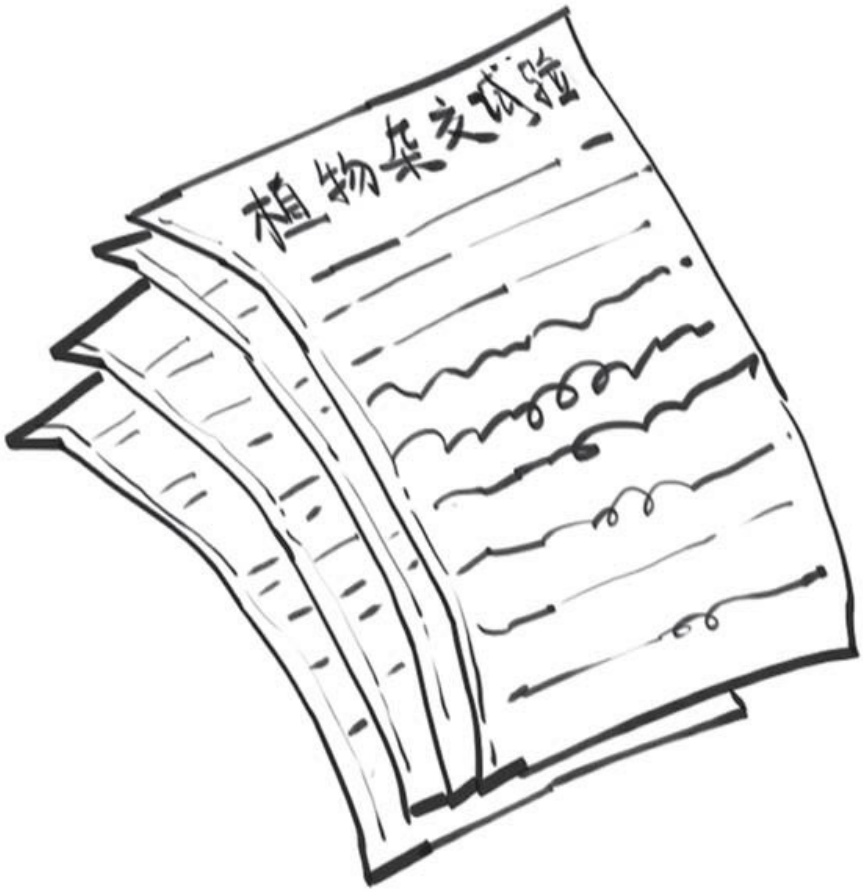


看不懂没关系，总之这推测和他种豌豆的结果一模一样!说明盲猜的遗传因子确实靠谱。

借着兴奋的劲儿，孟神撸起袖子继续干，前后足足种了八年豌豆。

当然，说起孟德尔，你别光知道种豌豆，为了实验严谨性，人家还种过玉米、紫罗兰、紫茉莉等。

憋了八年，孟神搞出了一套新的遗传规律，一想到自己的研究结果即将颠覆生物界，孟神忍不住写了一篇论文，静等疯狂转发。



这就是孟德尔1866年发表的《植物杂交试验》，证明了遗传因子的存在，后世研究遗传都学它。

可现实啪啪打脸。

原来，他思想太超前，一般人看不懂，而且他这种十八线科学家也引不起大家的重视。另外，当时《物种起源》正火爆，你猜大家都看啥？

结果孟神憋的大招，就这么被当成了玩笑。不过面对冷场，当事人很淡定。

当然，孟德尔的原话是：看吧，我的时代来到了。

可惜，刚发现遗传这个小妖精，却没人信，要想抓住它，还需要有缘人。

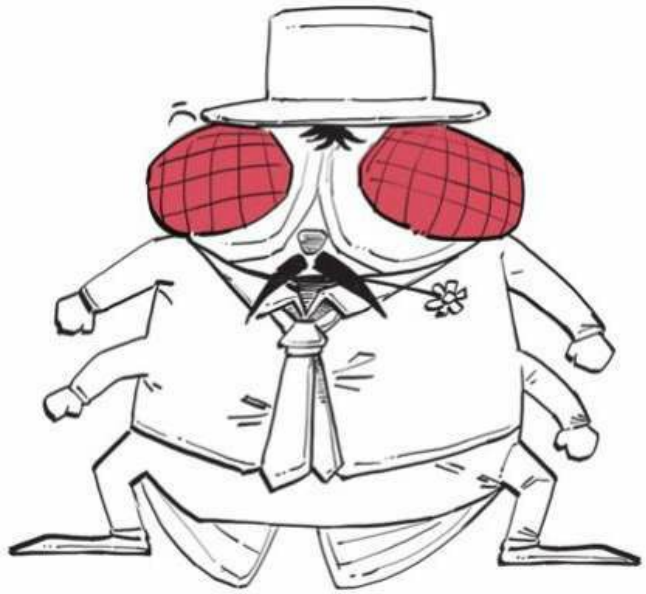
Part 2：找到妖的老家

孟德尔论文发表的那年，一个好奇宝宝出生了，他就是美国的摩尔根。

阿摩大学毕业后也不知道该干啥，就继续读研，因为从小喜欢大自然，就选了喜欢的生物学专业，一直读到博士。

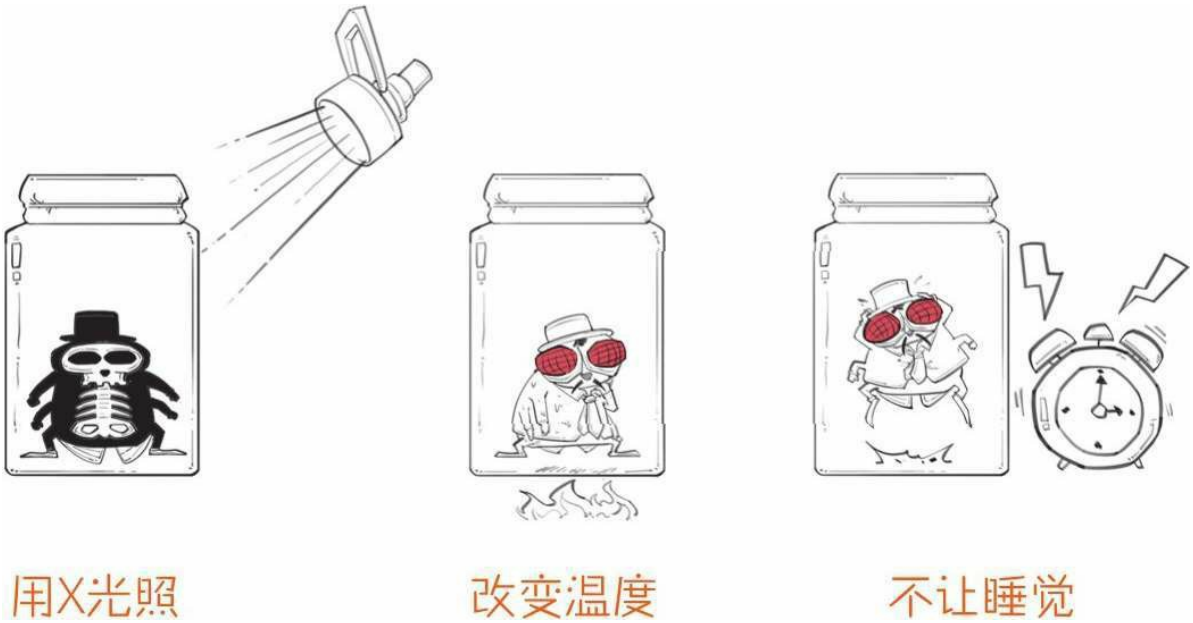
后来做研究时，虽然孟德尔的理论终于被大家重视了，但他不信孟德尔遗传那一套，而是喜欢研究更刺激的突变。

他的实验方式就是养果蝇——一种喜欢吃水果的小苍蝇，因为长得快、好养活，备受生物学家喜爱。



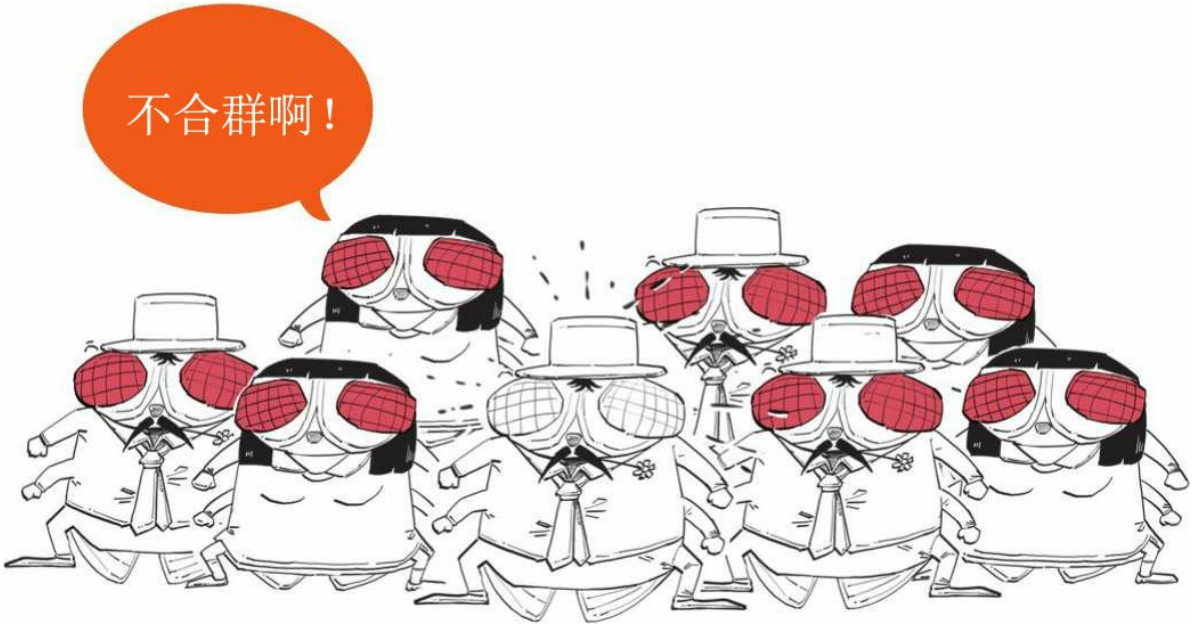
可果蝇越养越多，实验室的瓶子不够了，自己又穷。阿摩立刻想到：在外靠邻居。于是经常偷邻居的牛奶瓶。

当然，果蝇不是白养的，阿摩想让它们突变，而这样整个实验就要突出一个“虐”字。



可十大酷刑用尽后，两年过去了，也没见啥效果。

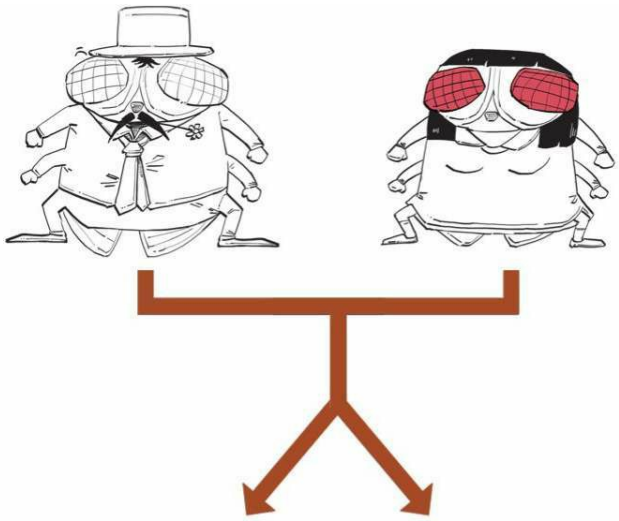
众所周知，果蝇的眼睛是红色的，突然有一天，阿摩在众多果蝇里，发现了一只白眼雄性果蝇。



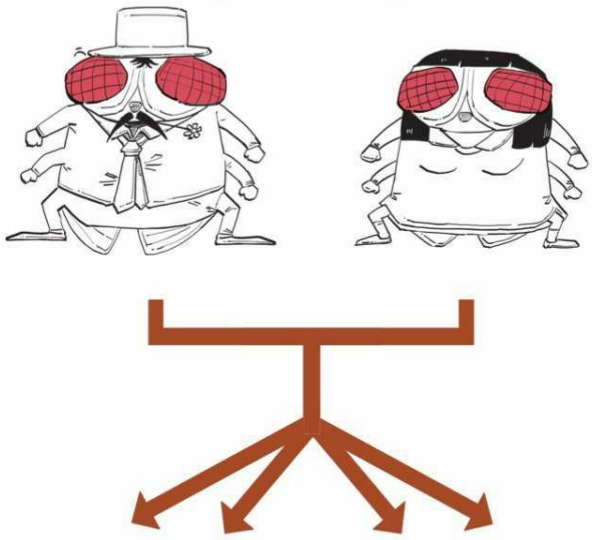
就是这只白眼果蝇，即将成为基因史上的明星。

得到了这个神奇宝贝，阿摩赶紧给它配了个媳妇，做起了生娃的实验。

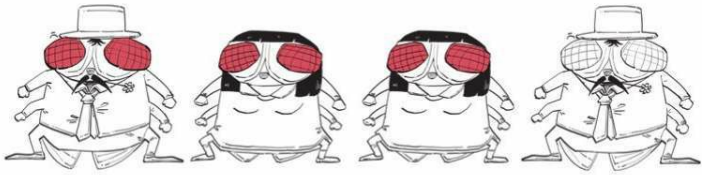
1. 先让白眼果蝇和红眼果蝇生娃。



2. 生出的娃全是红眼，再让它们交配生娃。

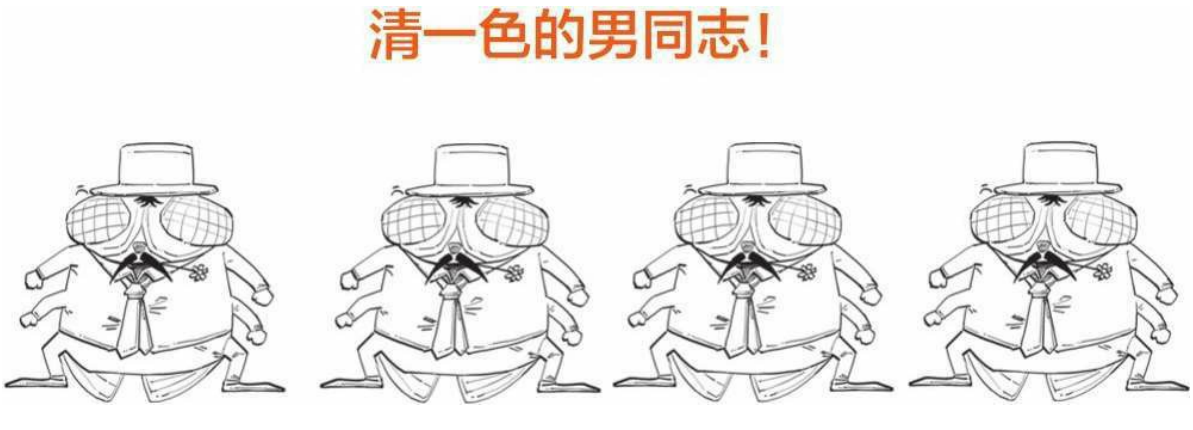


3. 结果又出现了白眼的，红眼和白眼的比例是 **3：1**。



这比例和孟德尔的实验一模一样，这下阿摩才发现，孟神说得对啊!

但实验还没结束。他又掏出显微镜，仔细观察这些白眼果蝇，发现是——

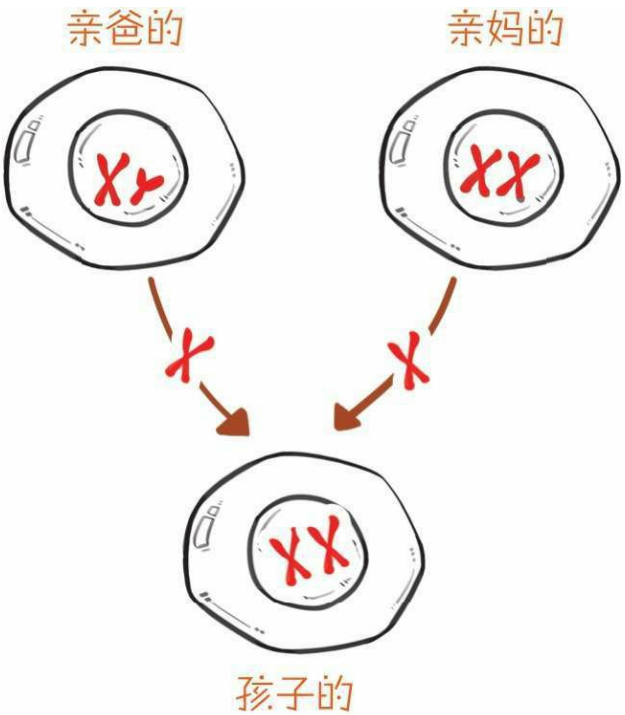


这时遗传物质早有了个正经名字——基因。

决定白眼的就是白眼基因。

其实，之前就有人用显微镜观察细胞时，发现细胞核里有个东西能被染色。这就是染色体，一般成对存在。

染色体有很多对，但雄性和雌性有一对不一样，那就是**性染色体**。

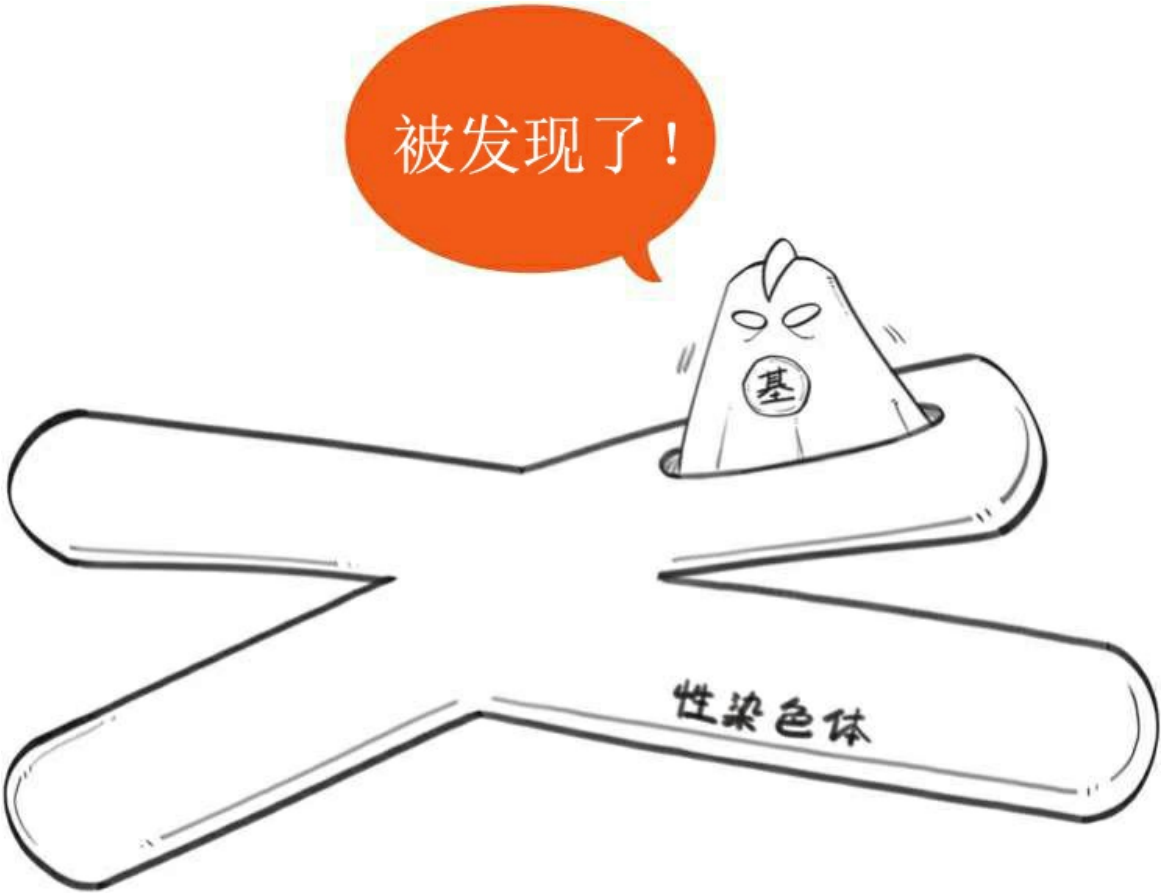


而且父母可以把染色体传给孩子。

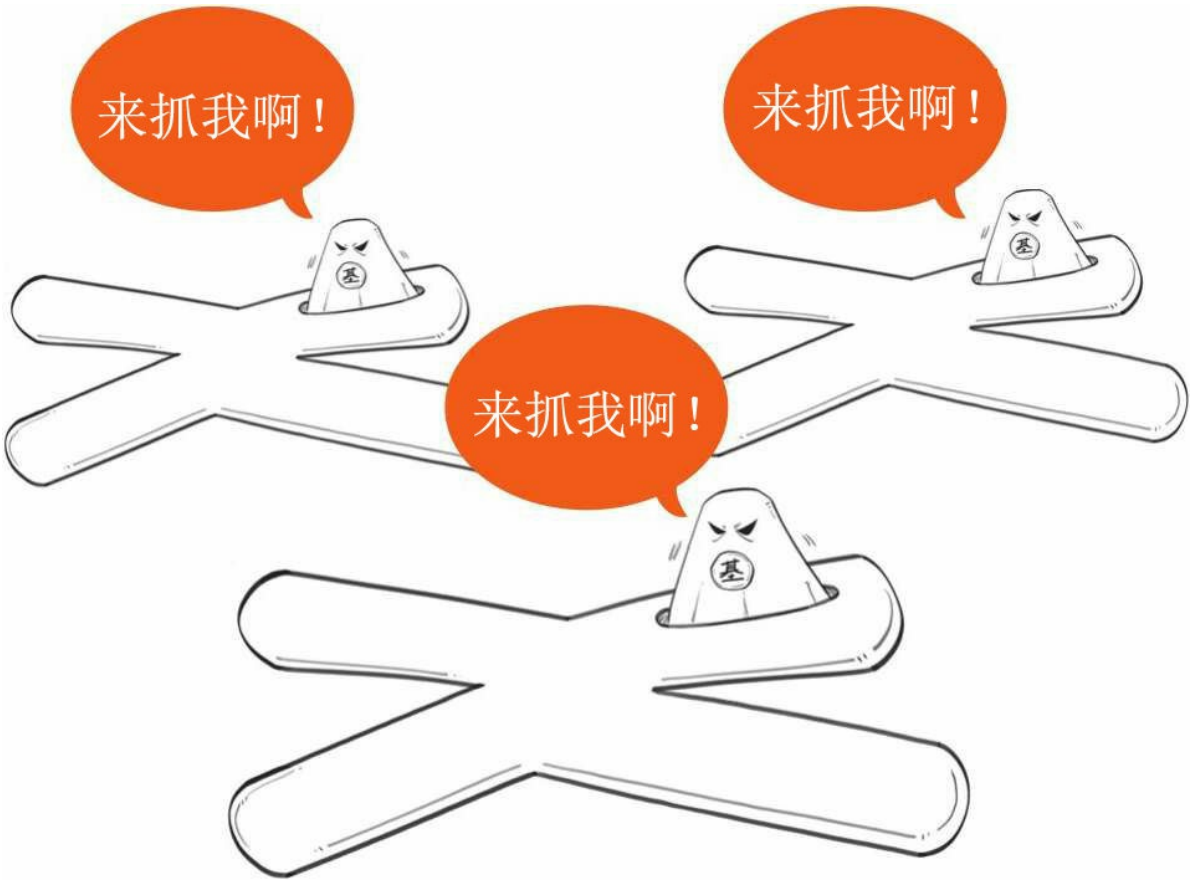
当然孩子的也可能是这样：

巧了，白眼这种性状，就像《葵花宝典》。

而男女的区别就是性染色体，所以阿摩想明白了，白眼基因就在性染色体上!

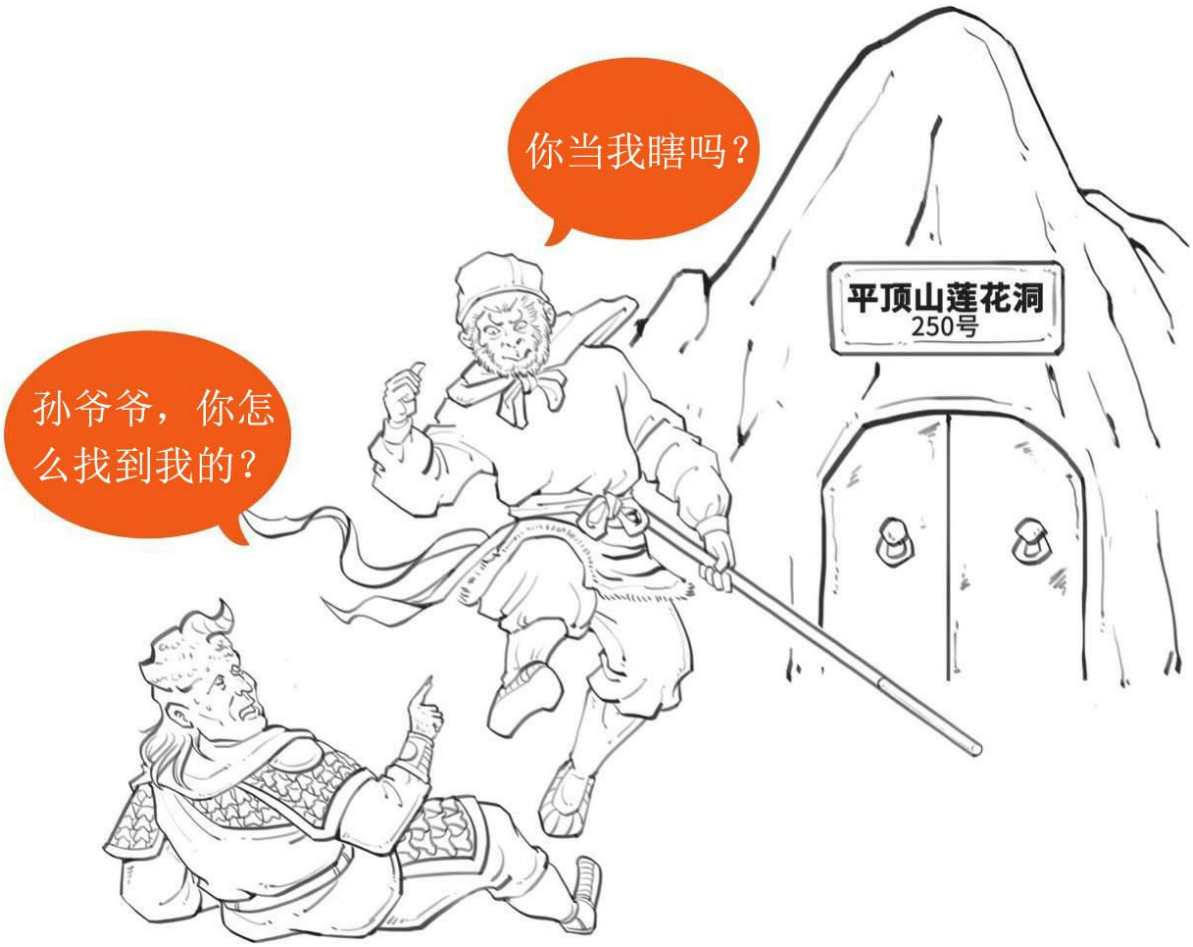


这也说明，基因的老家就在染色体上。



基因学说从此诞生了，之后遗传学不断有重大发现，并成了20世纪研究的热门。

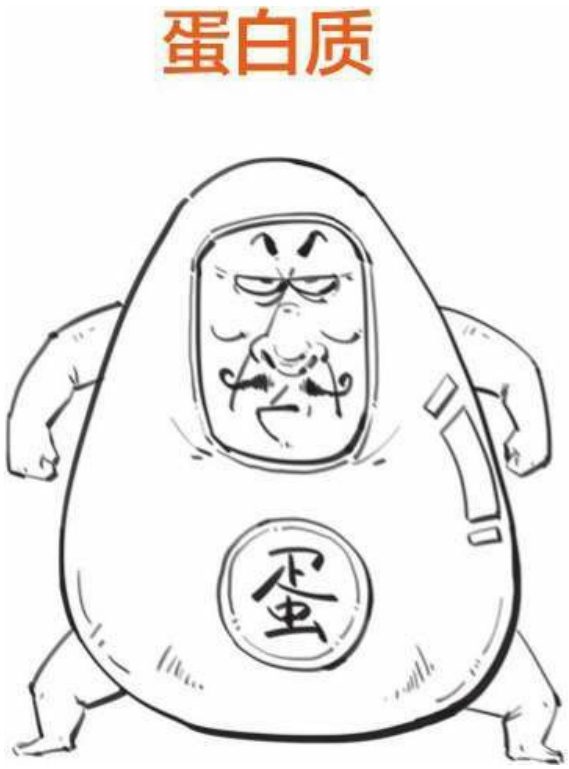
发现妖怪的老家，就代表成功了一半，毕竟，任何妖怪的垮台，都从暴露家庭住址开始。



Part 3：让妖怪现形

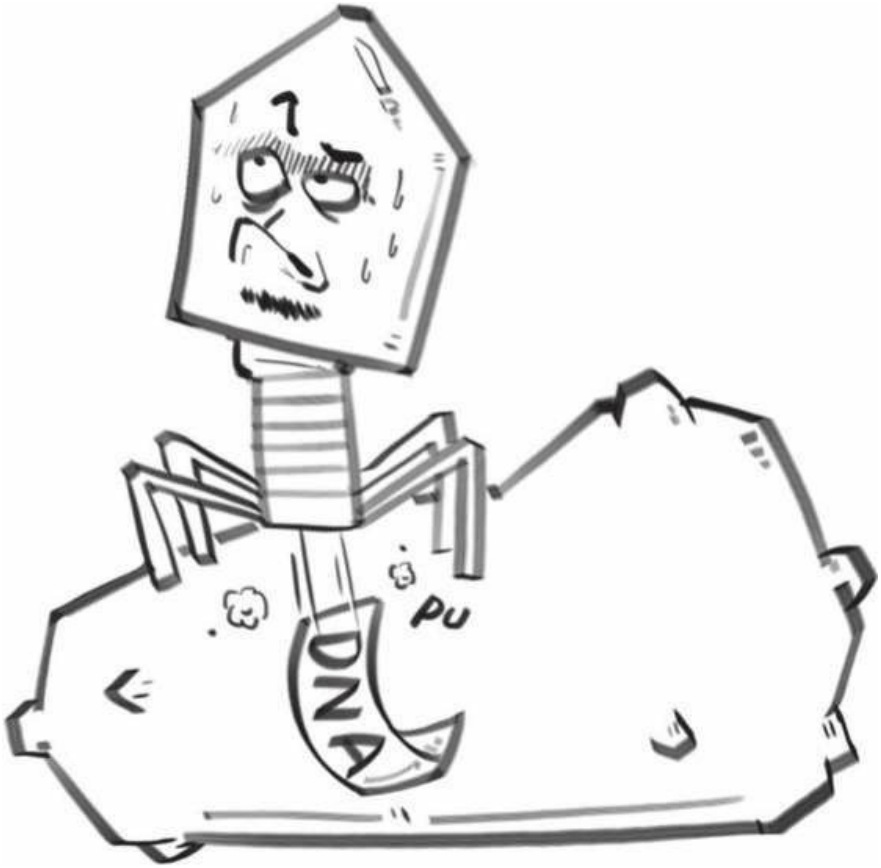
冲着染色体，科学家们开始轮番上阵。

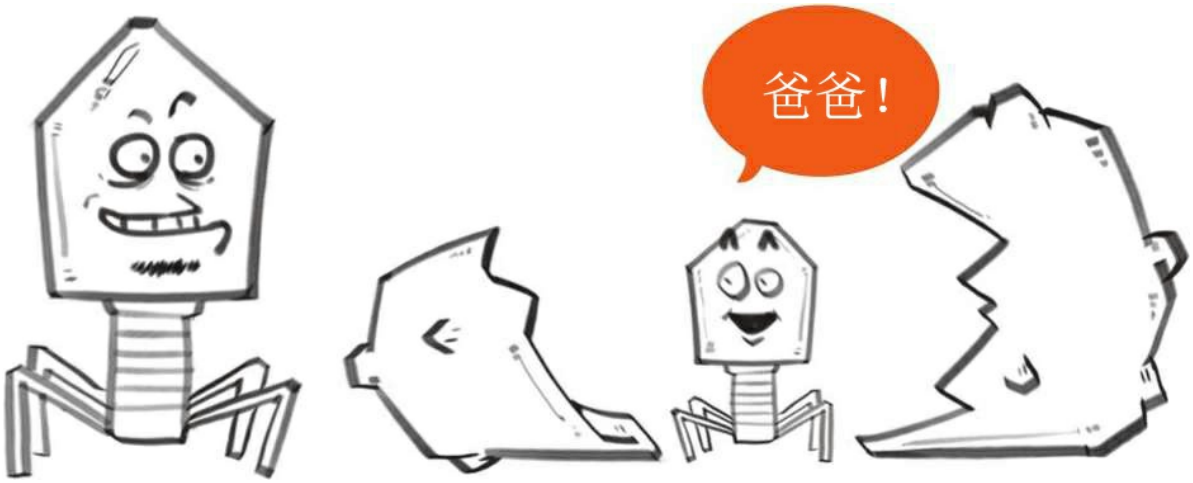
他们直捣妖怪的老巢。扒开染色体发现，里面居然有两样东西：



基因又藏在哪个里面呢？

科学家研究噬菌体(一种专杀细菌的病毒)时发现，噬菌体只须把自己的DNA注入细菌体内，就能长出新的噬菌体。





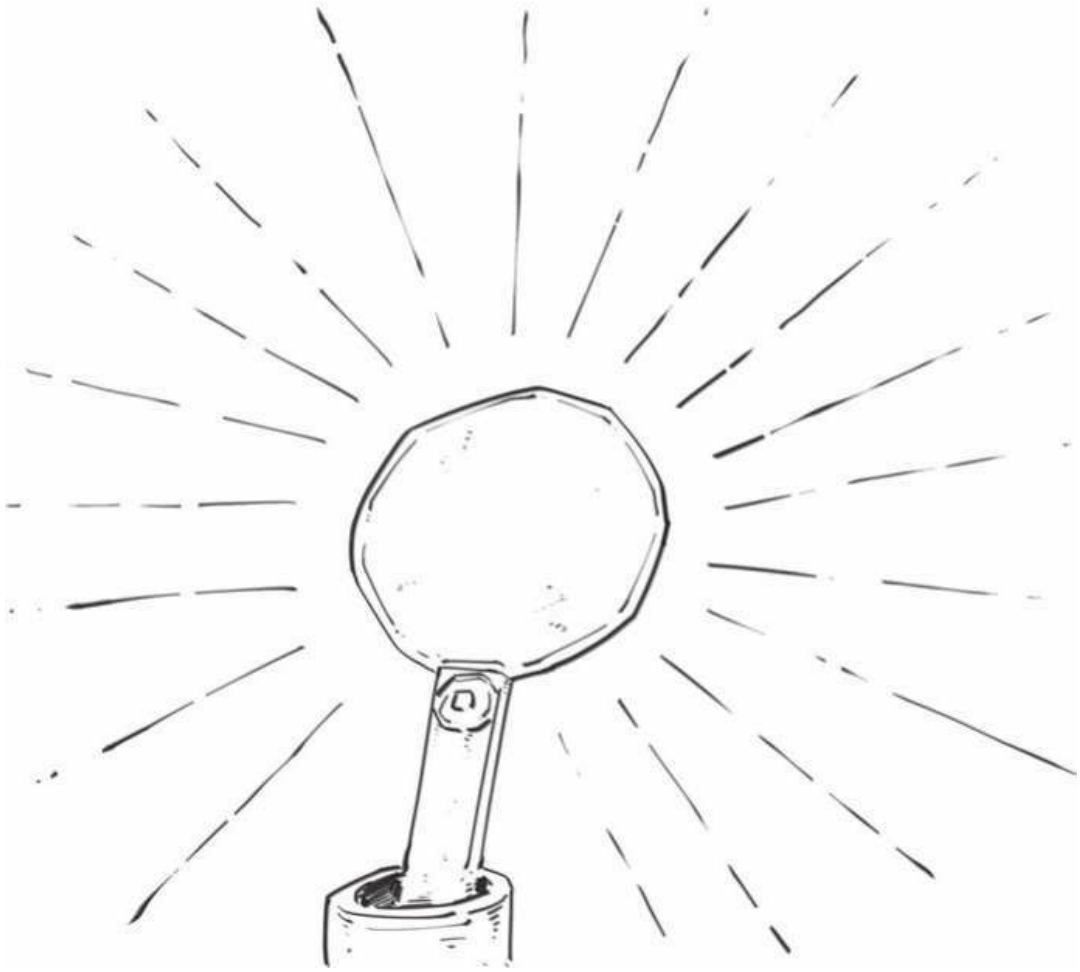
这说明基因在DNA上，没跑了。

科学家继续研究DNA，发现这个妖居然是团伙作案!原来DNA上藏着四种碱基：

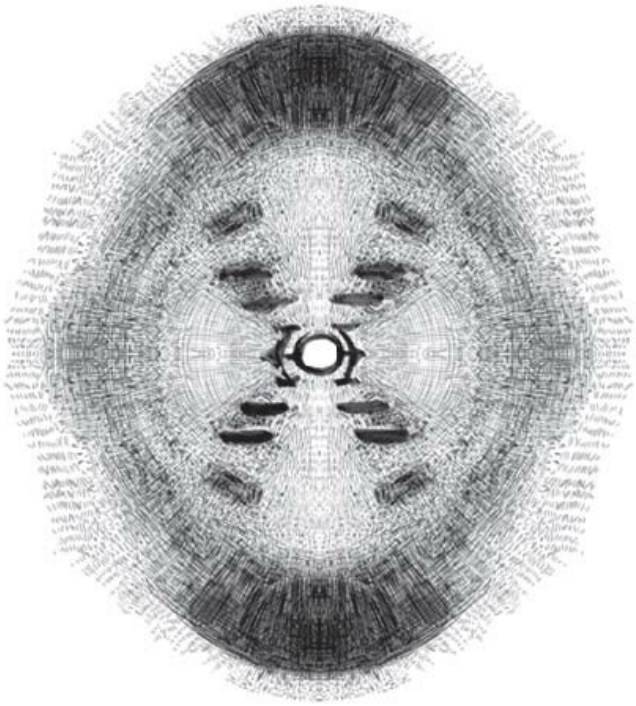
其中**A**和**T**、**G**和**C**数量相等。

但至于它们怎么组团作案，科学家也无法解释，毕竟它们贼小，根本看不到。想让其现形，必须借助神器——

照妖镜



这个照妖镜就是X射线衍射分析技术。有个叫富兰克琳的物理学家，用它拍下了第一张DNA照片。长这样——



但她没看出这照片有啥神奇之处，就暂时放起来了。

照片后来未经同意，被她一个同事威尔金斯拿走了，交给了两个科学家：沃森和克里克。

他俩本来就研究DNA，这下照片到手，更是如鱼得水、如虎添翼、如花似锦。

他们发现，DNA里的碱基，像他俩这个组合一样，是配对的。

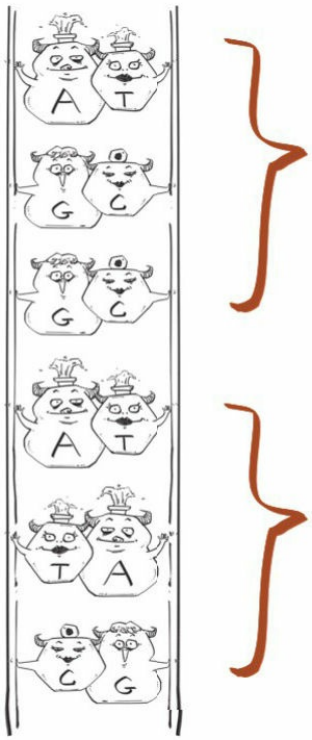
关键是，通过照片，他们终于揭开了DNA的真面目——

双螺旋结构

真实的DNA大概长这样：像一个螺旋的梯子，碱基相当于梯子的横杆。

正是这个发现，让沃森、克里克和威尔金斯喜提诺贝尔奖，而拍照片的富兰克琳却没得，这成了科学史上的一大遗憾。

当然，为了方便观看，咱把DNA捋直瞅瞅。



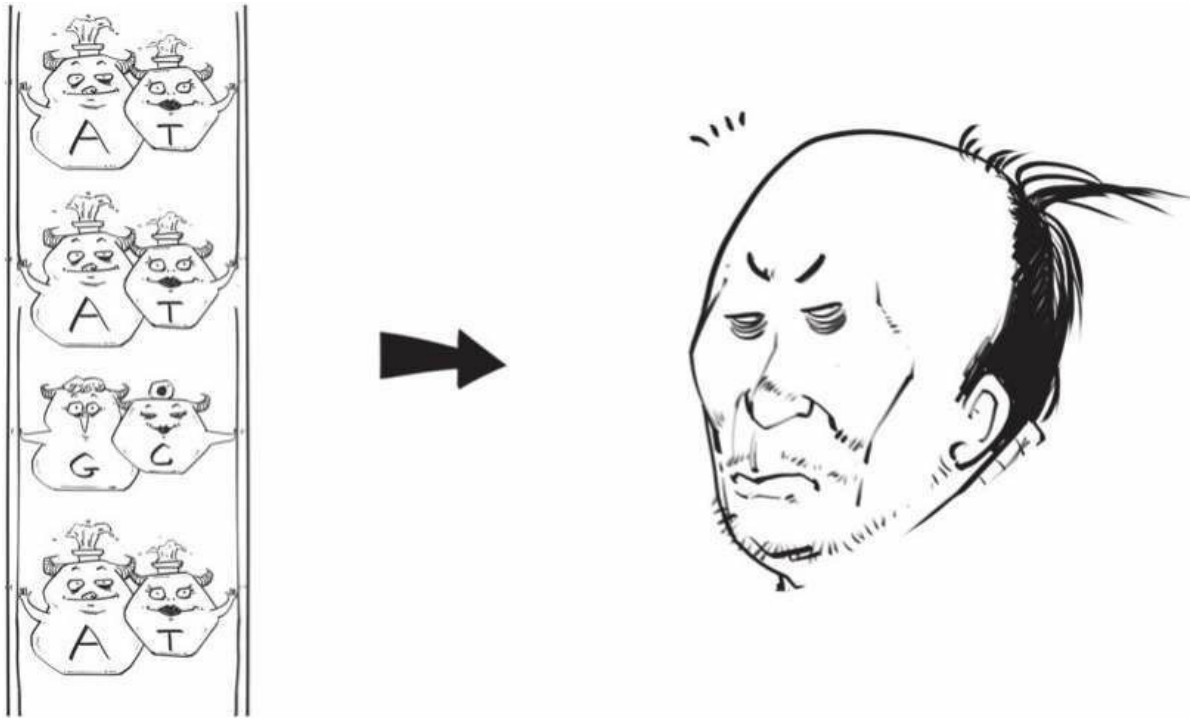
有些片段没用，或者说还不知道有啥用。

而那些有用的，就是**基因**。

它们是怎么起作用的呢？

原来每个人的基因上，碱基的站位都不同。正是这些站位，决定了人长成啥造型。

比如你的某些碱基站位，决定了你的发际线堪忧。

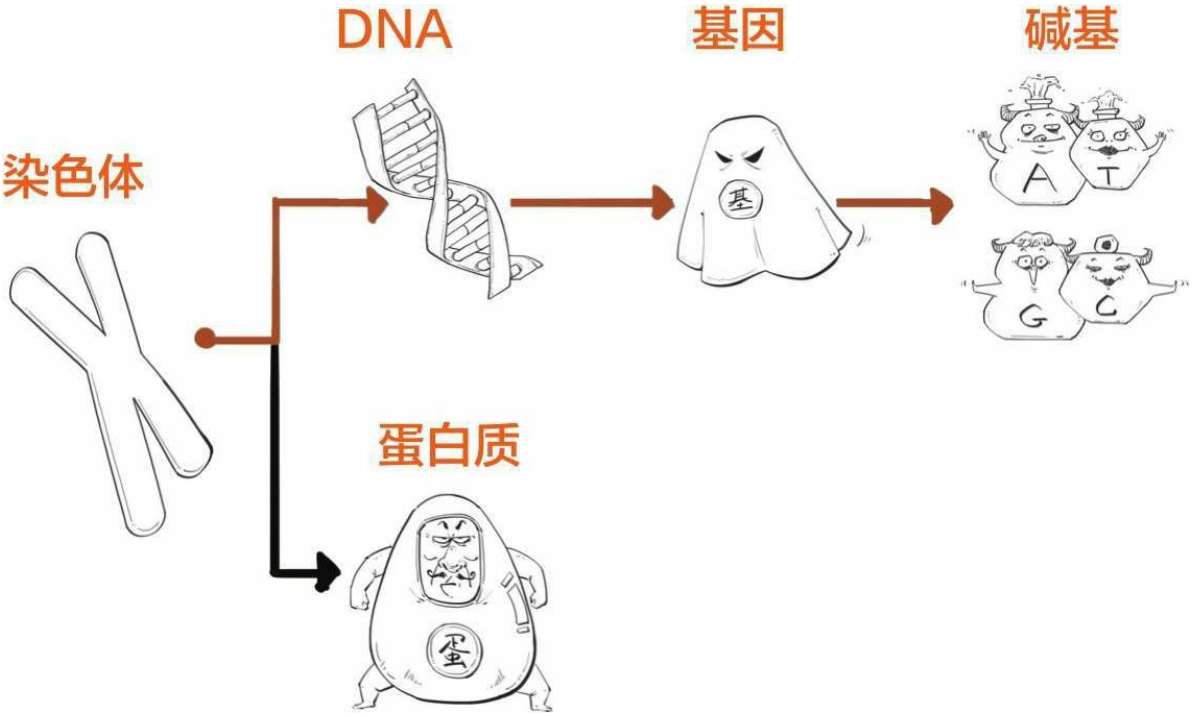


而别人的，决定了他注定秀发满头。

所以发现了吗？基因就像试卷上的分数——

内容排序一变，就能左右你的脸。

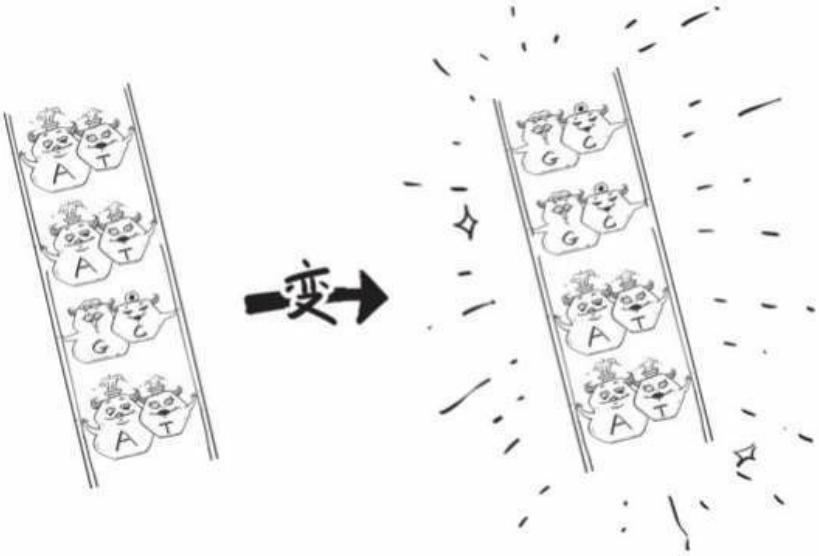
就这样，人类顺藤摸瓜，抓住了控制遗传的妖。



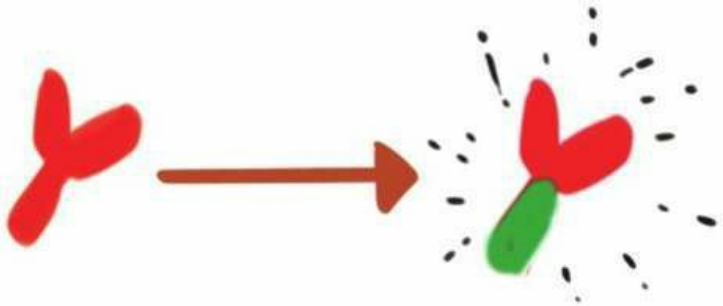
有了孟德尔和摩尔根的神助攻，进化的秘密也就被揭开了。首先，生物的基因可以突变。

身体里的基因本来很正常，突然因为意外，

变出了新的基因，这就是突变。

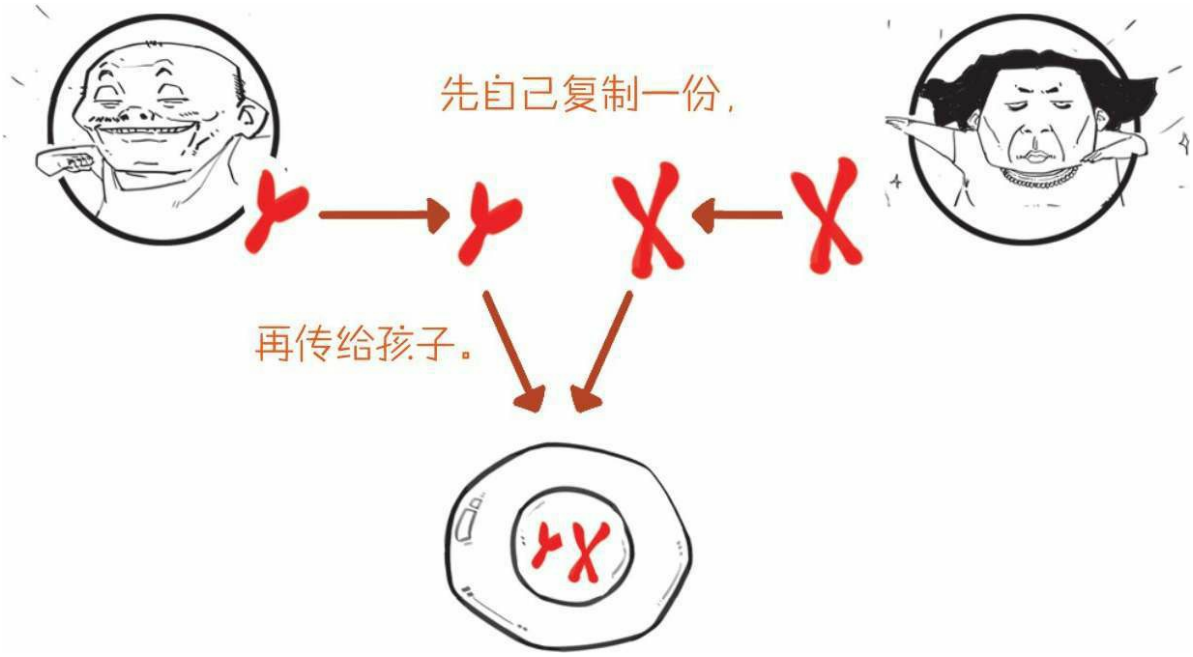


同时，你也收获了一条变异的染色体。

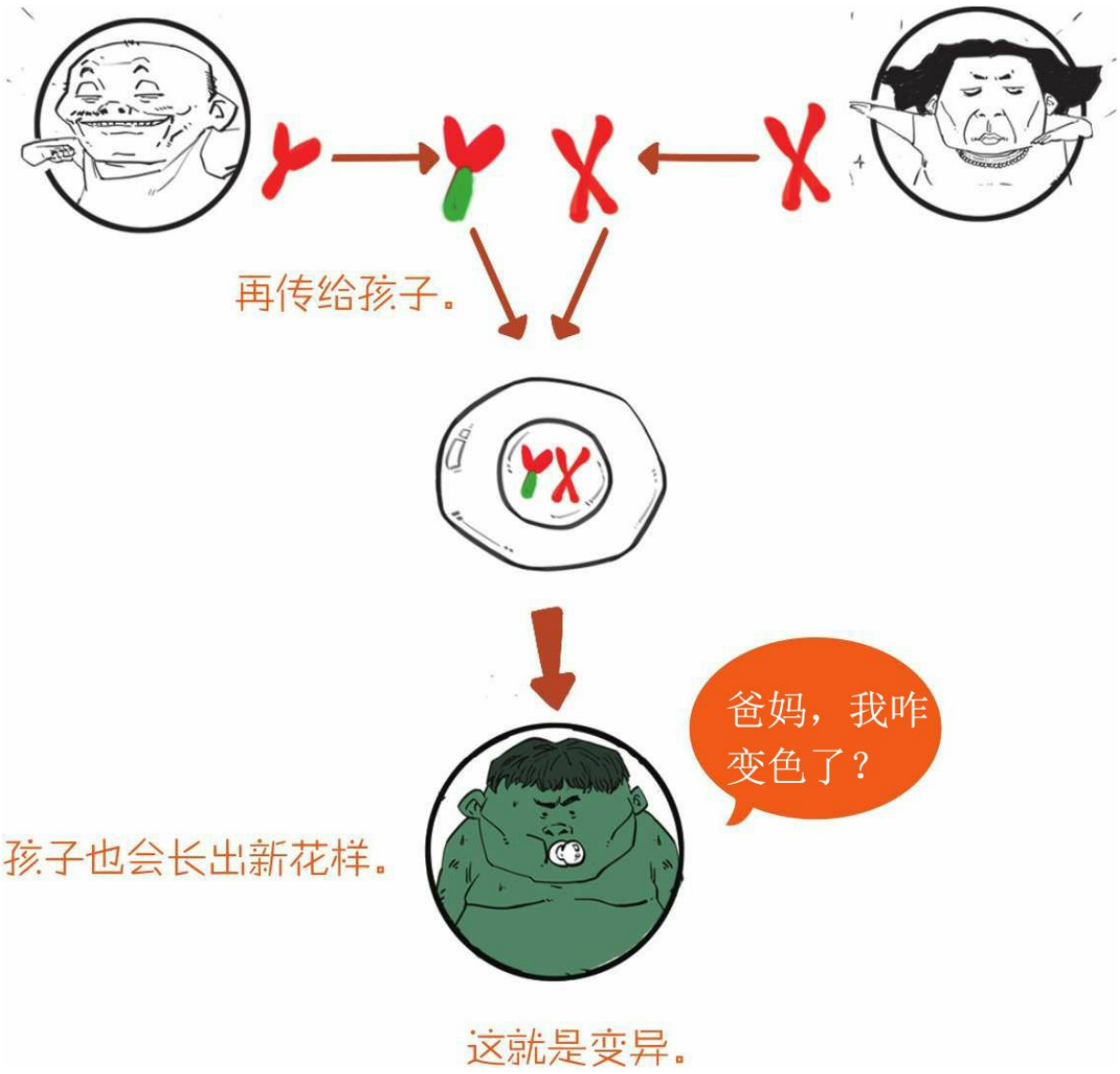


然后，生物可以进行基因重组。

原来父母把染色体传给孩子的时候，



但这个复制就像抄作业，抄错了，就会复制出新的染色体，

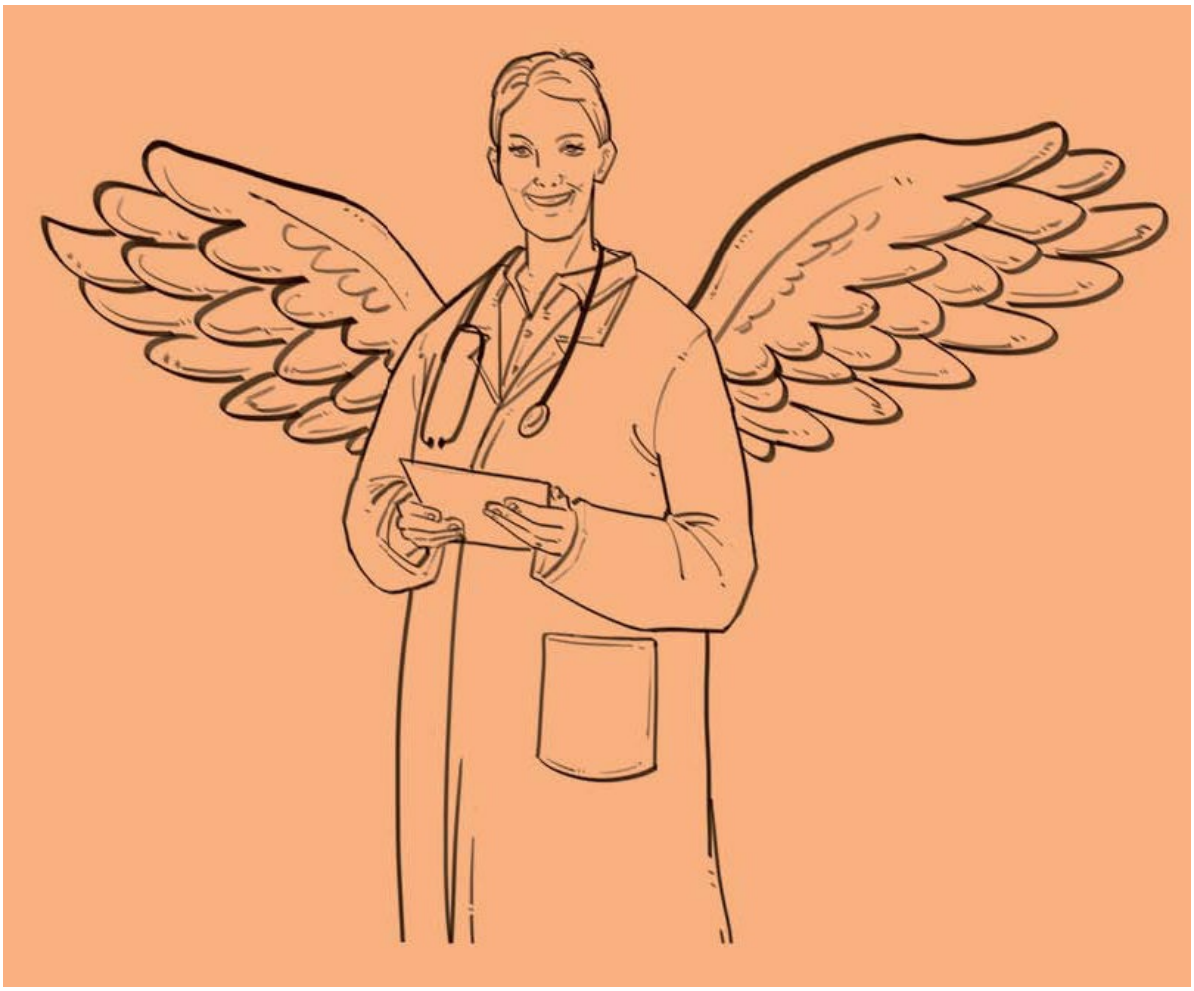


之后人类对基因越来越熟悉，整出了很多大动静，比如：

还有一个混子哥不太希望你用到的，那就是——

亲子鉴定

番外二、无菌术？这是一个寻找凶手的故事!



说到医生，大家第一个想到的就是——穿得很耐撕(nice)……

但是你知道吗？医生穿白大褂，也就是这一百多年的事。以前穿啥？有两种选择。

总之，穿得很耐脏!

这时候问题就来了，大黑袍穿着不好吗？为啥非得换成白大褂呢？

这其实是一个长达几百年的悬疑故事!

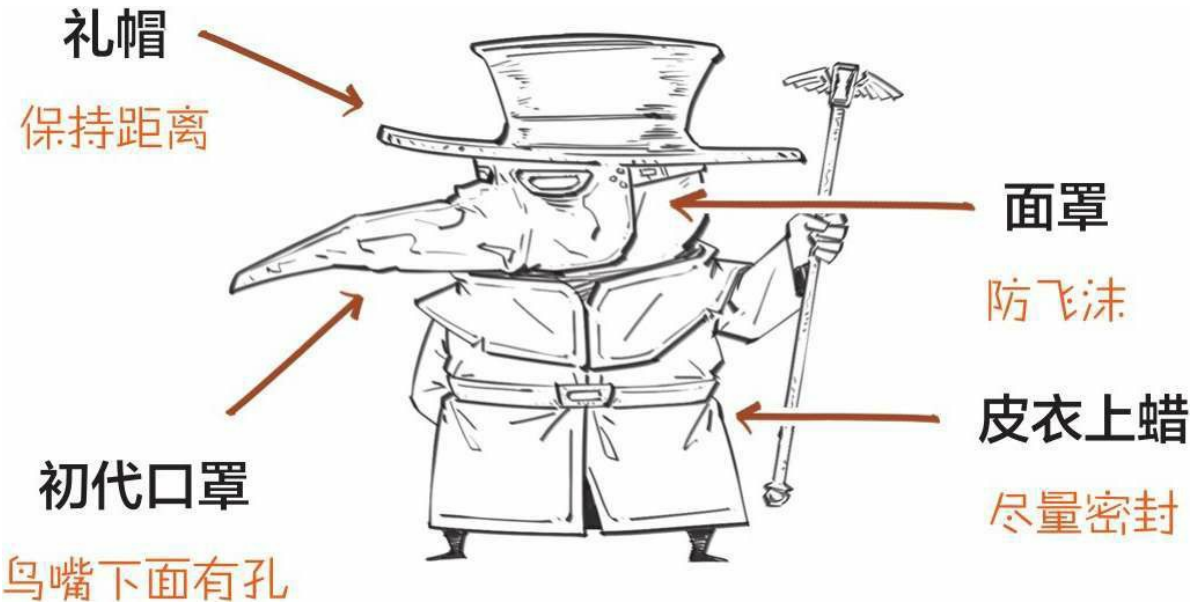
一、欧洲现场

一切得从欧洲的中世纪开始说起。当时的欧洲就像中了邪，很多人全身变黑，然后一个传一个都挂了。

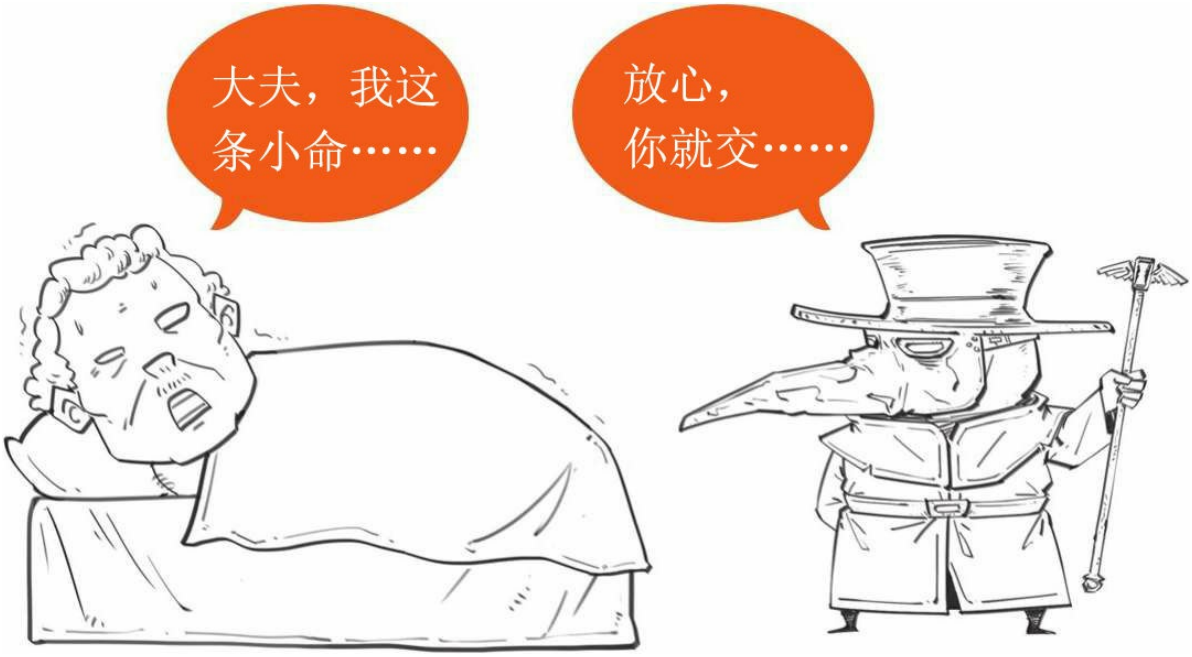
这就是历史上著名的黑死病，一把打包带走了将近三分之一的欧洲人。

但是，当时的欧洲人并不知道这是咋回事，于是暗下决心，誓要——

寻找真凶要紧，但是也得先保护好自己，于是医生给自己加了层防护。



然而，这一套看起来霸气十足的顶级装备，并没啥用！



病人没救几个，还搭进去不少医生。

不接触，也能传染，于是人类渐渐意识到，凶手可能是一种我们看不见的东西!

于是，欧洲人的脑子里，逐渐响起一个奇怪的东方旋律。

那么，在我们看不见的世界里，究竟有什么呢？

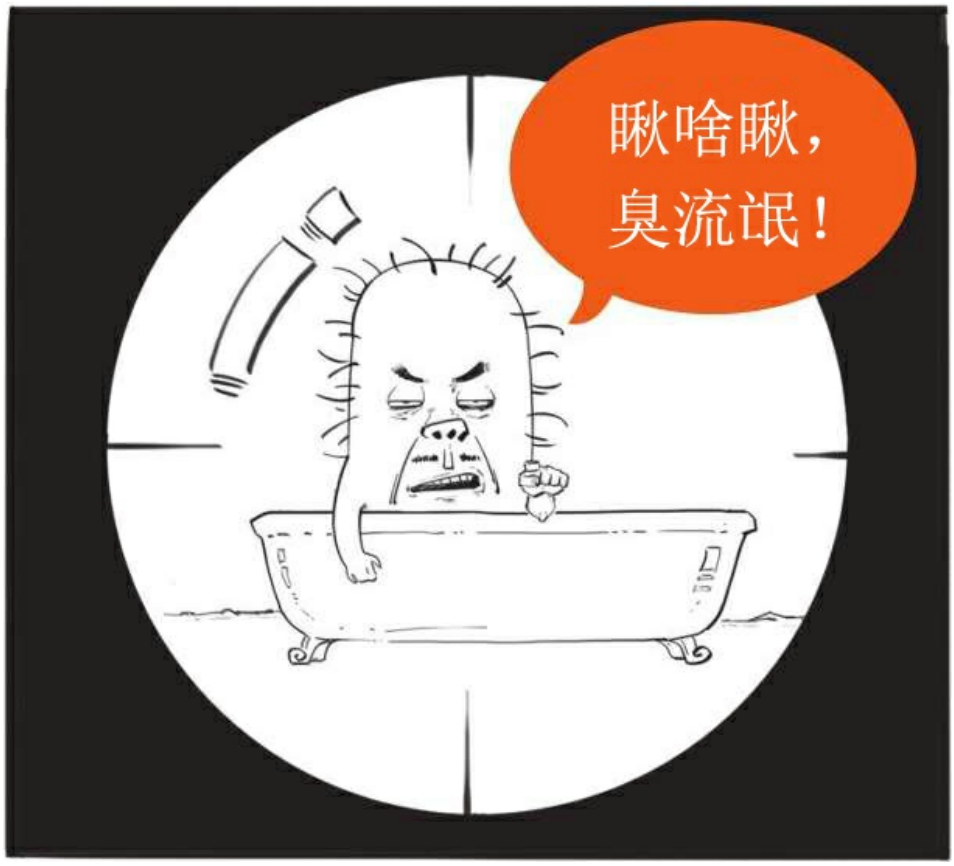
二、荷兰人的助攻

这个问题，直到几百年后才被一个荷兰的布料商人解开。这个人对生意没兴趣，只喜欢玩放大镜。后来，他换了个有钱有闲的新工作——看大门，上班时总偷偷研究镜片。

这个人就是列文·虎克。

他自己拿两个放大镜改良成显微镜，到处瞎瞅，瞅着瞅着，居然发现——

到处都是活蹦乱跳的小生命！

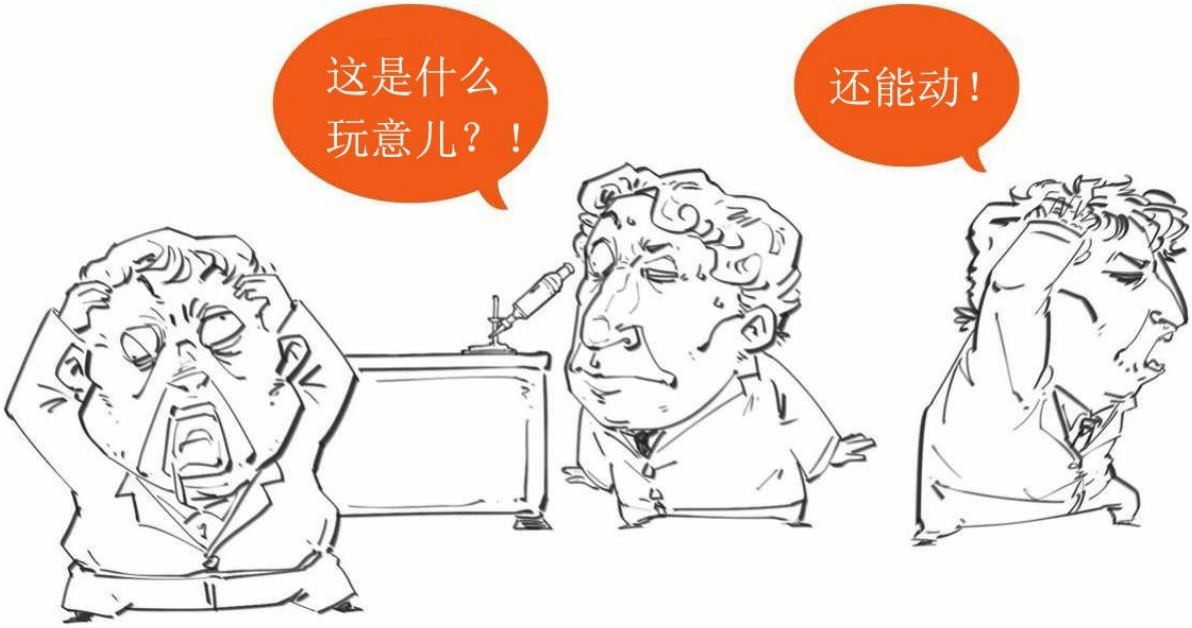


这些小生命，就是微生物。

所以，发现了吗？摸鱼才是第一生产力!

他把这些事记录整理成文，寄给英国皇家学会，文章名字叫——

当时好多人都不信世上还有看不见的生命。为了求证，科学家们也搬回一台显微镜，这一瞅，发现还真有!大家就都疯了。



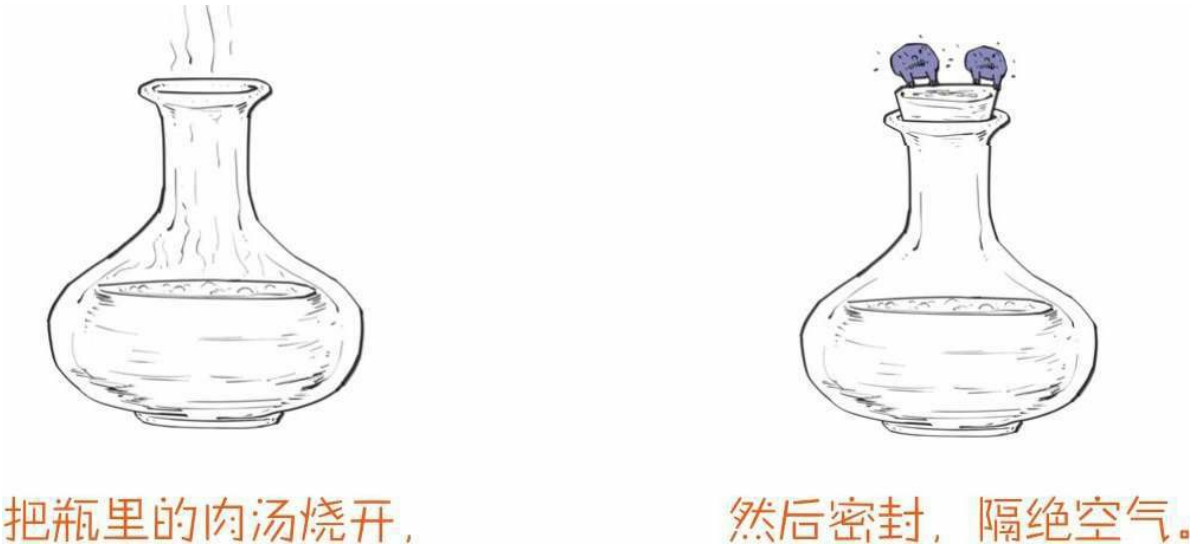
那么这些小生命是从哪儿来的呢？

二、打倒那个古希腊人

话说，当年古希腊人亚里士多德发现，腐烂的肉上会生蛆，破布堆会出现跳蚤。他就觉得有些生物可以无中生有!于是提出了自然发生论。

这种说法在当时认同度很高，所以，大家觉得微生物也遵循自然发生论，像魔术一样，是凭空变出来的。

后来，有个英国人为了验证这个说法，还专门做了个实验。



但是过一段时间，瓶内的汤变浑了。这说明有微生物产生，无中生有是对的!

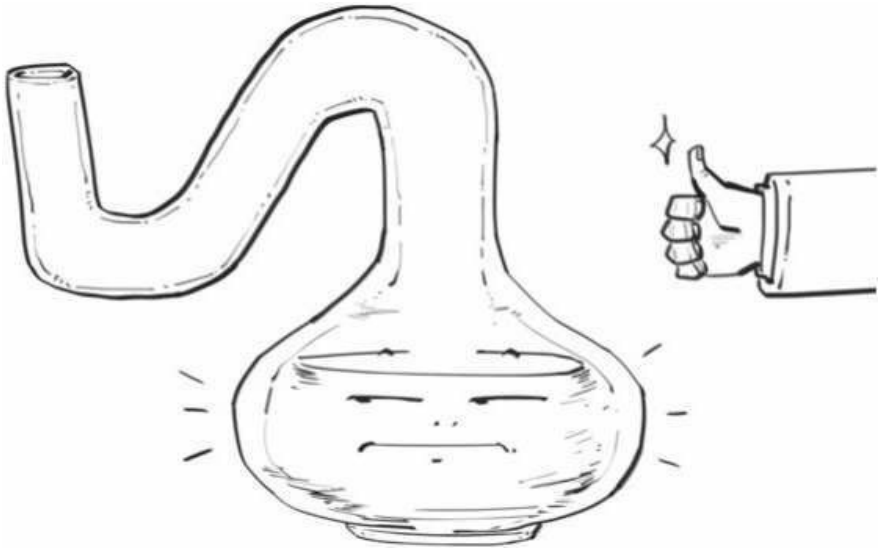
于是，这位英国朋友就认定：自然发生论肯定没问题!

但也有人不服，万一是塞子塞晚了呢？

直到出现一名绝世高手——

他升级了装肉汤的容器：鹅颈瓶。

他把肉汤灌进去，煮开后放凉，但是不密封。



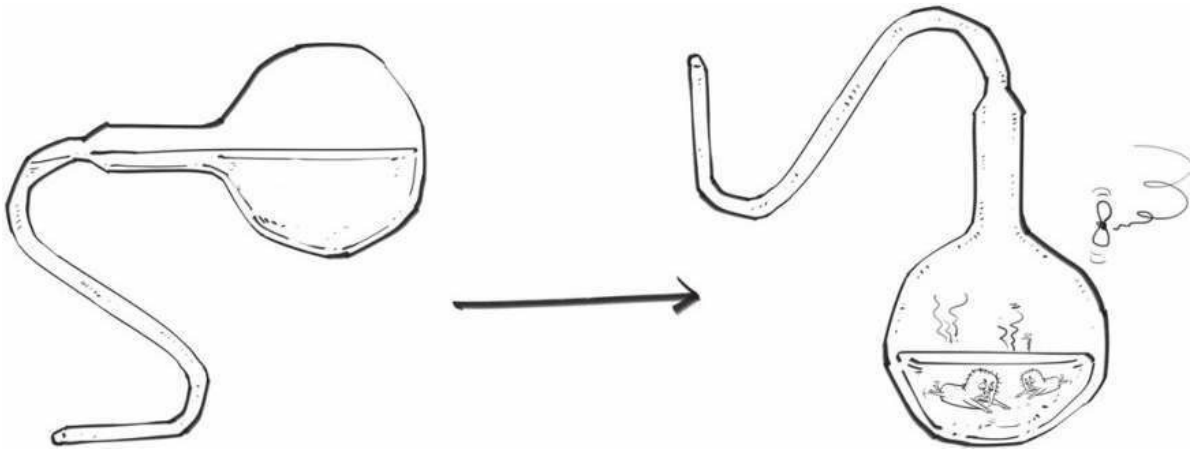
神奇的事情发生了：肉汤居然没坏!

那么问题来了，为啥既没产生微生物，肉汤也没有一丝丝改变呢？巴斯德是这样解释的：

微生物不会凭空产生，它们都是从空气里进来的。

只不过，这些微生物不会脑筋急转弯，所以它们只能落在S弯附近，没机会进入肉汤。

为了进一步取证，巴斯德把瓶放倒，让肉汤亲密接触瓶颈。



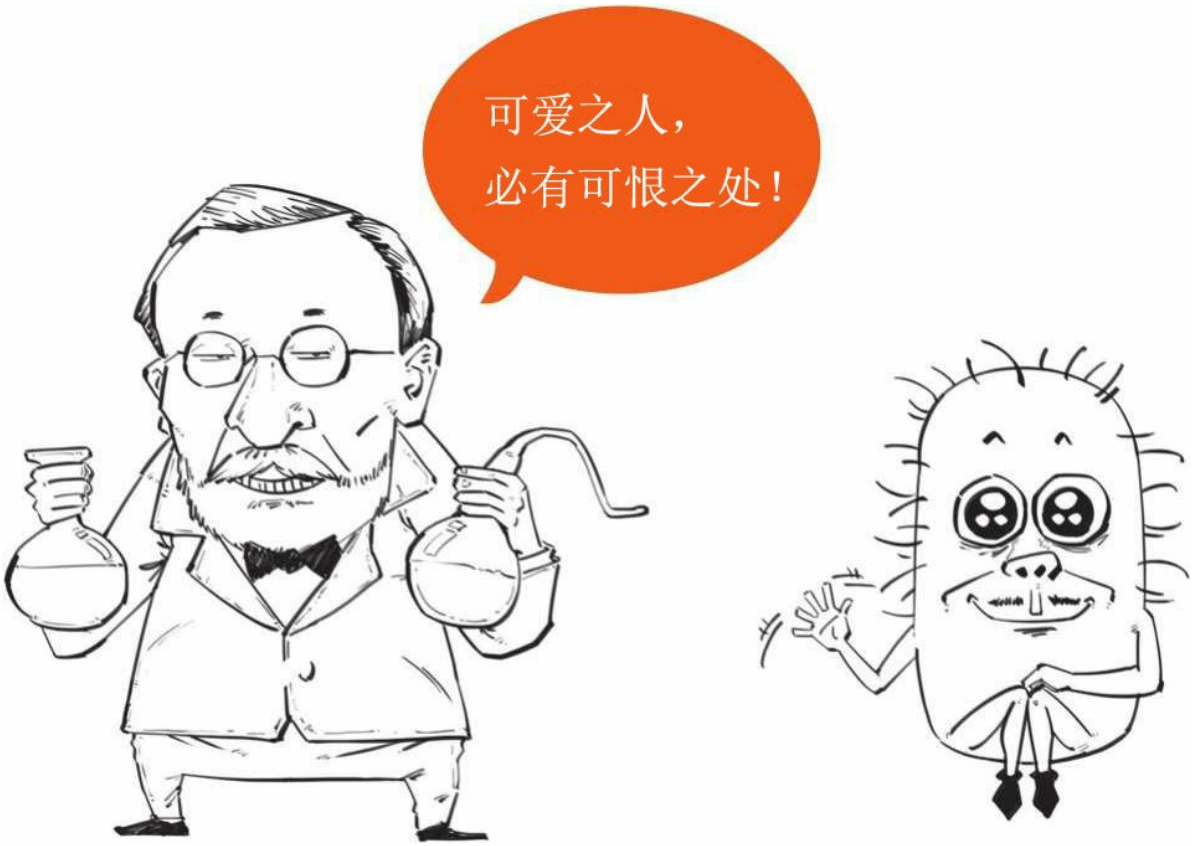
你猜怎么着？肉汤中很快出现了小微!

这下巴斯德更确定了，微生物根本不是无中生有，而是本来就有!

说个题外话，这个巴斯德就是巴氏消毒法的创始人，如今这种消毒法已广泛应用于饮料工业。

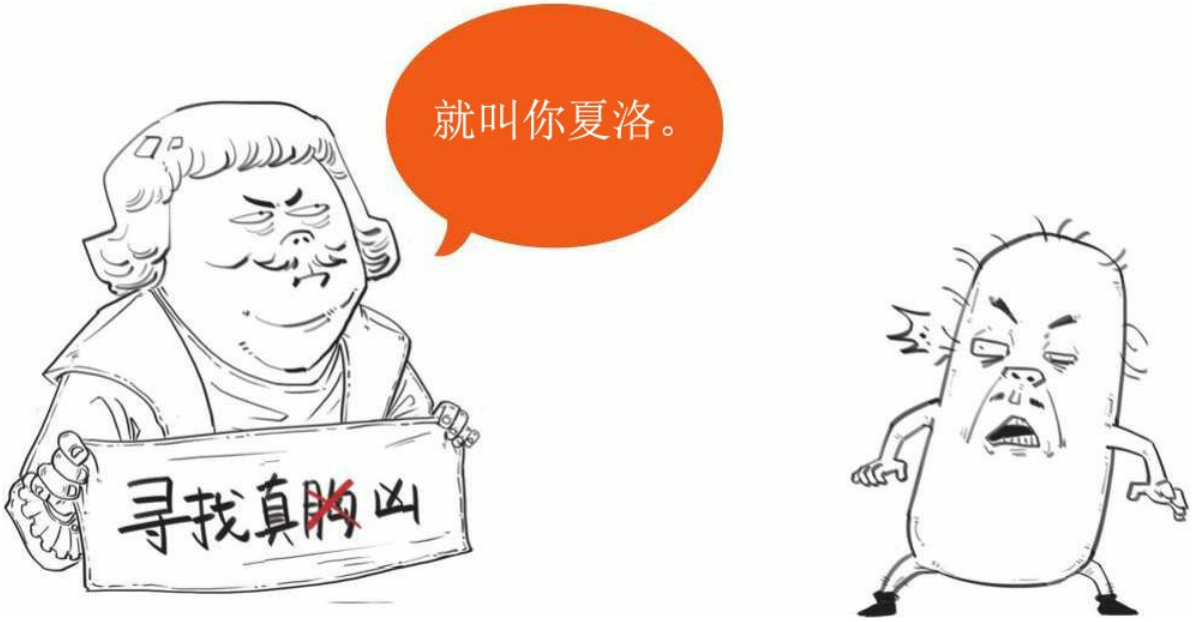
四、锁定凶手

巴斯德还觉得，既然微生物能把肉汤搞坏，说不定，把人搞病的也是它!



果然，巴爷后来证实了蚕病、产褥热等一大堆疾病，都是微生物引起的!

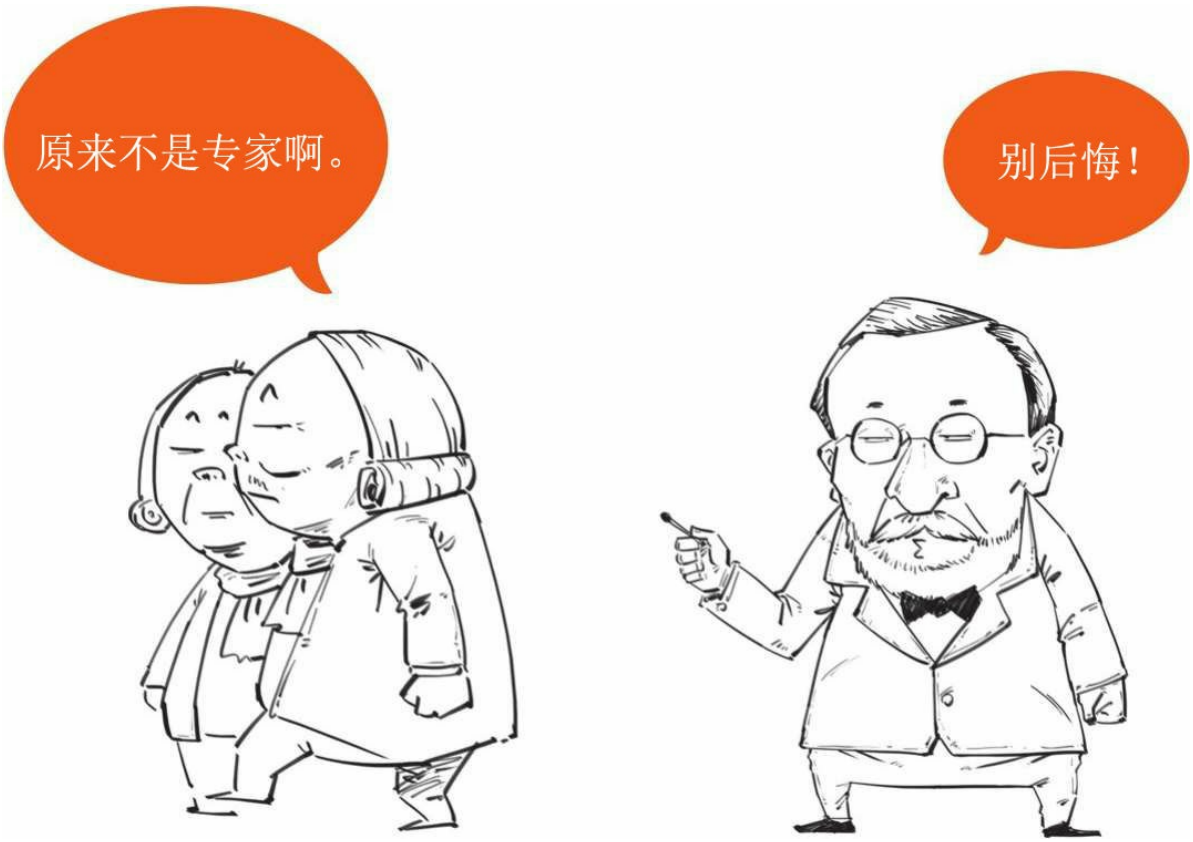
真凶找到了！



巴斯德发现小微有害，就在科学院的会议上向医生呼吁——

但医疗事关人命，所以医学圈不敢轻易接受新理论。

而且，巴斯德和列文·虎克一样，都不是圈内人，说话没人信，所以这个建议，最终停在了只是个建议的阶段。



五、干就完事了

这个世界总是有识货的人，但你可能需要一个比较开窍的圈内人，比如——

李斯特知道巴爷的研究后，也悄悄开始相信：病人伤口感染，很可能也是小微搞鬼。

经过多次实验，李斯特发现石炭酸能让微生物嗝儿屁!

术前用石炭酸清洗双手和器械，效果绝佳。

他还发明了一种喷雾，给手术室整体消毒后，术后死亡率明显下降。

李斯特的消毒方法，也慢慢传播开来。

注意！

也就是这个时候，李斯特觉得黑色容易藏污纳垢……

于是，咱们的白衣天使正式登场!

慢慢地，人类对付病菌的手段也越来越多，德国首先采用热蒸汽消毒手术器械和敷料。

美国医生发明了橡胶手套，封印住了最重要的感染途径。

刺激性很强的石炭酸也被75%酒精替代，至此，现代无菌术逐渐形成。

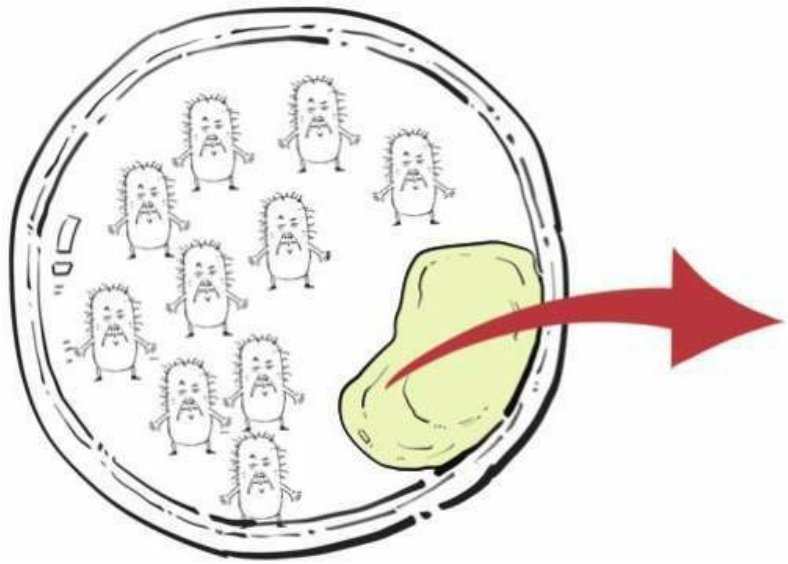
有了无菌术，微生物再也不能为所欲为了。

不过，消毒大法虽然好，但都是预防性质的，那如果人体已经感染了咋整呢？

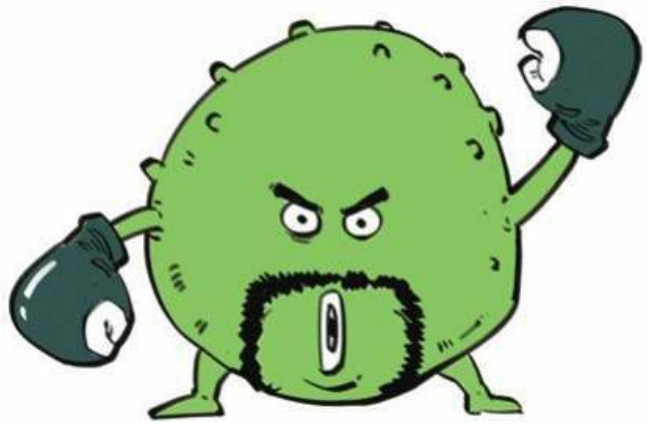
六、宜将剩勇追穷寇

为了不再遭受微生物的祸害，更多人开始研究它。其中有个叫弗莱明的男人，他的日常就是培养细菌。

据说有一次，弗莱明在一个细菌瓶里滴了点鼻涕，结果意外发现——

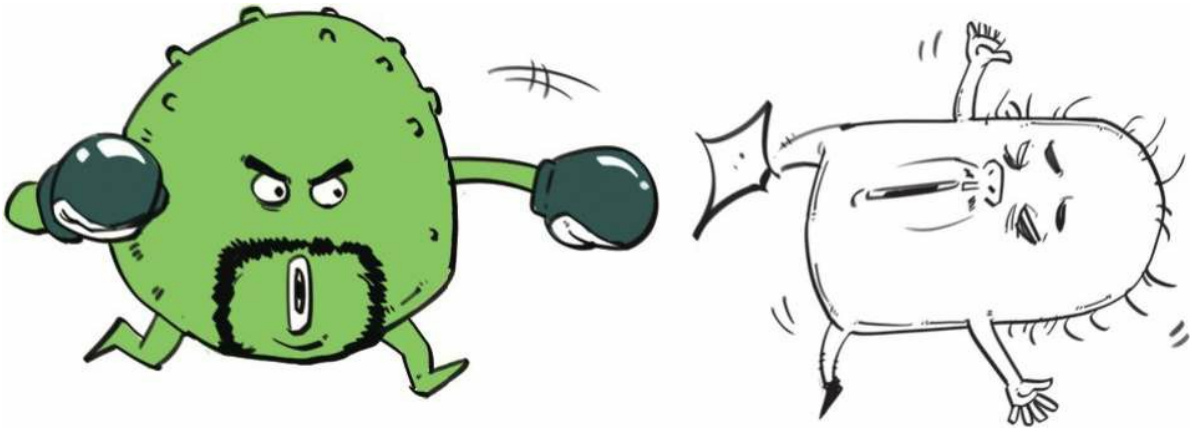


粘上鼻涕的地方，细菌竟然没有长出来!



弗莱明研究发现，原来鼻涕中有种青霉菌能杀菌，于是给青霉菌产生的杀菌物质起名为青霉素!

而青霉素能抵抗细菌的袭击。



所以说，只要在伤口上涂上青霉素，就不怕细菌的袭击了!

接下来的事就是提取。但从哪里提取呢？鼻涕和眼泪明显不够!后来，他发现鸡蛋的蛋清中含有青霉素。

但提纯这事儿是个技术活儿，弗莱明死磕很久也没成功，就放弃了。

后来在二战期间，一个叫弗洛里的人，从坏瓜中成功提纯出青霉素。

青霉素在二战中拯救了无数的生命，现在已经成了居家旅行的必备品，外敷内服都管用!

不过我们现在使用的青霉素，可不再是从鸡蛋和坏瓜中提取的，而是通过发酵技术得到的。

纵观无菌术发展的历史，其实也反映了人类科学进步的历史，真是靠科学家们绞尽脑汁拼命死磕，科学才得以发展。

我们的生命，

也才多了一层保障！

参考书目

[1] 赵峥. 相对论百问 [M]. 北京：北京师范大学出版社，2012

[2] 曹天元. 上帝掷骰子吗 [M]. 辽宁：辽宁教育出版社，2006

[3] 吴飙. 简明量子力学 [M]. 北京：北京大学出版社，2020

[4] 梁灿彬，周彬. 微分几何入门与广义相对论 [M]. 北京：科学出版社，2009

[5] 吴大猷. 电磁学 [M]. 北京：科学出版社，1983

[6] 麦克斯韦. 电磁通论 [M]. 北京：北京大学出版社，2010

读客®

激发个人成长

多年以来，千千万万有经验的读者，都会定期查看熊猫君家的最新书目，挑选满足自己成长需求的新书。

读客图书以“激发个人成长”为使命，在以下三个方面为您精选优质图书：

1. 精神成长

熊猫君家精彩绝伦的小说文库和人文类图书，帮助你成为永远充满梦想、勇气和爱的人！

2. 知识结构成长

熊猫君家的历史类、社科类图书，帮助你了解从宇宙诞生、文明演变直至今日世界之形成的方方面面。

3. 工作技能成长

熊猫君家的经管类、家教类图书，指引你更好地工作、更有效率地生活，减少人生中的烦恼。

每一本读客图书都轻松好读，精彩绝伦，充满无穷阅读乐趣！

认准读客熊猫

读客所有图书，在书脊、腰封、封底和前后勒口都有“**读客熊猫**”标志。

两步帮你快速找到读客图书

1. 找读客熊猫

2. 找黑白格子

马上扫二维码，关注“**熊猫君**”

和千万读者一起成长吧！